சூழ்நிலை இயல் – உடற்செயலியல்

(பட்டப்படிப்புக்குரிய சிறப்புப் பாடம்)

(இரண்டாம் புத்தகம்)

ஆசிரியர்
டி. ஆர். கிருஷ்ணன், எம்.ஏ.,
முதல்வர்,
ஆறுமுகம் பிள்ளை சீதை அம்மாள் கல்லூரி,
திருப்புத்தூர்,
இராமநாதபுரம் மாவட்டம்.

கல்லூரி நூல் வெளியீட்டு இயக்குநரகம்
தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்

க. நூ. வெ. இ. வரிசை எண்—238

சூழ்நிலை இயல் - உடற்செயலியல்

(பட்டப்படிப்புக்குரிய சிறப்புப் பாடம்)

(இரண்டாம் புத்தகம்)

ஆசிரியர்
டி. ஆர். கிருஷ்ணன், எம்.ஏ.,
முதல்வர்,
ஆறுமுகம் பிள்ளை சீதை அம்மாள் கல்லூரி,
திருப்புத்தூர்,
இராமநாதபுரம் மாவட்டம்.

கல்லூரி நூல் வெளியீட்டு இயக்குநரகம்
தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்

First Edition—August, 1970

D.C.P. No. 288

© Directorate of Collegiate Publications

ECOLOGY AND PHYSIOLOGY under Major (Book II)

D. R. KRISHNAN

Net Price Rs. 6-50
(No discount)

Printed by:
Muthukumaran Press,
14-A, Kuppier Street,
Madras-1

அணிந்துரை

(திரு. இரா. நெடுஞ்செழியன், தமிழகக் கல்வி-சுகாதார அமைச்சர்)

தமிழைக் கல்லூரிக் கல்வி மொழியாக ஆக்கிப் பத்து ஆண்டுகள் ஆகிவிட்டன. குறிப்பிட்ட சில கல்லூரிகளில் பி.ஏ., வகுப்பு மாணவர்கள் தங்கள் பாடங்கள் அனைத்தையும் தமிழிலேயே கற்று வந்தனர். 1968ஆம் ஆண்டின் தொடக்கத்தில் புகுமுக வகுப்பிலும் (P.U.C.), 1969ஆம் ஆண்டிலிருந்து பட்டப்படிப்பு வகுப்புகளிலும் விஞ்ஞானப் பாடங்களையும் தமிழிலேயே கற்பிக்க ஏற்பாடு செய்துள்ளோம். தமிழிலேயே கற்பிப்போம் என முன்வந்துள்ள கல்லூரி ஆசிரியர்களின் ஊக்கம், பிற பல துறைகளிலும் தொண்டு செய்வோர் இதற்கெனத் தந்த உழைப்பு, தங்கள் சிறப்புத் துறைகளில் நூல்கள் எழுதித் தர முன்வந்த நூலாசிரியர்கள் தொண்டுணர்ச்சி இவற்றின் காரணமாக இத் திட்டம் நம்மிடையே மகிழ்ச்சியும் மனநிறைவும் தரத்தக்க வகையில் நடைபெற்று வருகிறது. இவ்வகையில், கல்லூரிப் பேராசிரியர்கள் கலை, அறிவியல் பாடங்களை மாணவர்க்குத் தமிழிலேயே பயிற்றுவிப்பதற்குத் தேவையான பயிற்சியைப் பெறுவதற்கு மதுரைப் பல்கலைக் கழகம் ஆண்டுதோறும் எடுத்துவரும் பெருமுயற்சியைக் குறிப்பிட்டுச் சொல்ல வேண்டும்.

பல துறைகளில் பணிபுரியும் பேராசிரியர்கள் எத்தனையோ நெருக்கடிகளுக்கிடையே குறுகிய காலத்தில் அரிய முறையில் நூல்கள் எழுதித் தந்துள்ளனர்.

வரலாறு, அரசியல், உளவியல், பொருளாதாரம், தத்துவம் புவியியல், கணிதம், பௌதிகம், வேதியியல் உயிரியல், வானியல், புள்ளியியல் ஆகிய எல்லாத் துறைகளிலும் தனி நூல்கள், மொழி பெயர்ப்பு நூல்கள் என்ற இரு வகையிலும் தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனத்தின் கல்லூரி நூல் வெளியீட்டு இயக்குநரகம் நூல்களை வெளியிட்டு வருகிறது.

இவற்றுள் ஒன்றான 'சூழ்நிலை இயல்-உடற்செயலியல்—II' என்ற இந் நூல் தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம் — கல்லூரி நூல் வெளியீட்டு இயக்குநரகத்தின் 238ஆவது வெளியீடாகும். இது வரை 273 நூல்கள் வெளிவந்துள்ளன.

உழைப்பின் வாரா உறுதிகள் இல்லை; ஆதலின், உழைத்து வெற்றி காண்போம். தமிழைப் பயிலும் மாணவர்கள் உலக மாணவர்களிடையே சிறந்த இடம் பெறவேண்டும்; அதுவே தமிழன்னையின் குறிக்கோளுமாகும். தமிழ்நாட்டுப் பல்கலைக் கழகங்களின் பலவகை உதவிகளுக்கும் ஒத்துழைப்புக்கும் நம் மனம் கலந்த நன்றி உரித்தாகுக.

இரா. நெடுஞ்செழியன்

பொருளடக்கம்

பகுதி 1—ஊட்டம் ... 8

தொகுப்பு 1 —உணவுப் பொருள்கள்

தொகுப்பு 2 —உணவு உட்கொள்ளல்

தொகுப்பு 3 —சீரணம்

தொகுப்பு 4 —என்சைம்கள்

தொகுப்பு 5 —வைட்டமின்கள்

பகுதி 2 — வளர்சிதை மாற்றம் ... 51

தொகுப்பு 1 — தரசத்தின் வளர்சிதை மாற்றம்

தொகுப்பு 2 —புரத வளர்சிதை மாற்றம்

தொகுப்பு 3 —கொழுப்புப் பொருள் வளர்சிதை மாற்றம்

பகுதி 3 —சுவாச இயக்கம் ... 67

தொகுப்பு 1 — சுவாச இயக்க வேறுபாடு

தொகுப்பு 2 - சுவாச உறுப்புகள்

தொகுப்பு 3 —வாயுக்களை எடுத்துச் செல்லும் முறை

பிரிவு (அ) ஆக்ஸிஜனை எடுத்துச் செல்லும் முறை

பிரிவு (ஆ) கரியமில வாயு எடுத்துச் செல்லும் முறை

பிரிவு (இ) ஆக்ஸிஜன் எடுத்துச் செல்லப் படும் அளவு

பிரிவு (ஈ) செல் உள் நிறமி

தொகுப்பு 4 - சுவாச நிகழ்ச்சி

தொகுப்பு 5 —நரம்பியக்கும் சுவாச ஒழுங்குபாடு

பகுதி 4 —சக்தி வெளிப்படும் முறை ... 85

பகுதி 5 —இரத்த ஓட்டம் ... 88

தொகுப்பு 1 —இரத்தத்தின் பௌதிக வேதியியல் பண்புகள்

தொகுப்பு 2 —இரத்தம் உறைதல்

தொகுப்பு 3 —இரத்தத் தொகுப்பும் குருதி யேற்றமும்

தொகுப்பு 4 —இதயம், இயல்புகள் இதயத் துடிப்பு, இதயச் சுழல் நிகழ்ச்சி, இதய இயக்க நிர்ணயம், இரத்த அழுத்தம்

பகுதி 6 —கழிவு நீக்கமும் ஊடுகலப்பு ஒழுங்கு பாடும் ... 117

தொகுப்பு 1 – நைட்ரஜன் கொண்ட கழிவுப் பொருள்கள்

தொகுப்பு 2 —கழிவு உறுப்புகள்

தொகுப்பு 3 —கழிவுப் பொருள் அகற்றும் முறை

தொகுப்பு 4 —ஊடு கலப்பு நிரவு முறை

பகுதி 7 —நரம்பினும் தசையினும் செயல் இயக்கம் ... 137

தொகுப்பு 1 - நரம்பின் இயக்கம் — நரம்புச் செல்கள், நரம்பின் அமைப்பு

தொகுப்பு 2 —நரம்பின் பண்புகள்

தொகுப்பு 3 —தசை இயக்கம்

தொகுப்பு 4 —தசை நரம்பு இணைப்பு

பகுதி 8 – நரம்பு மண்டலம் ... 158

தொகுப்பு 1 —மூளையின் பாகங்களும், இயக்கங் களும்

தொகுப்பு 2 —தண்டுவடம்

தொகுப்பு 3 உள் உறுப்பு நரம்பு மண்டலம் அல்லது தன்னியக்க நரம்பு மண்டலம்

தொகுப்பு 4 – உணர்வுப் பொறிகள்

பகுதி 9 - நாளமில்லாச் சுரப்பிகள் ... 177

பகுதி 10 —இனப்பெருக்கச் செயலியல் ... 196

பகுதி 11 —பிராணிகளின் நடத்தை ... 205

உடற் செயலியல்

உடற் செயலியல்

(PHYSIOLOGY)

உயிரினங்களின் அன்ருட இயக்கங்களையும், செயல்படும் தன்மைகளையும் குறிப்பது உடற் செயலியல் எனப்படும். உயிரினங்களின் உடம்பினுள் பௌதிக வேதியியல் மாறுதல்கள் கொண்ட நிகழ்ச்சிகள், உடற் செயலியலில் தொடர்ந்து நடைபெறுகின்றன. இந் நிகழ்ச்சிகள் சக்தி மாற்றத்தினுல் (transformation of energy) ஏற்படுவதால் உடற் செயலியலை 'வாழ்வின் இயக்கம்' (dynamics of life) எனவும் கூறலாம்.

'உயிர்' (life) என்பது தனிப்பட்ட ஒன்றையும் குறிப்பதன்று. உயிரினங்களின் உடலில் நடைபெறும் பௌதிக வேதியியல் மாறுதல்களின் நிகழ்ச்சிகளைத்தான் நாம் உயிர் எனக் கூறலாம். உயிரினங்களில் ஏற்படும் பல்வேறு மாற்றங்களின் முறைகளையும், தன்மைகளையும் விளக்கங்களையும் கூறுவது உடற் செயலியலின் நோக்கமாகும்

தாவரங்களின் உடற்செயலியல் பல நூற்ருண்டுகளாக நன்கு அறியப்பட்டுவந்தது. ஆனுல், பிராணிகளின் உடற் செயலியல் சமீப காலமாகத் தான் ஆராயப்பட்டு வருகின்றது.

பண்டைக் காலங்களில் பிராணிகளை அவைகளின் வகைப் பாடியல் (systamation), புற அமைப்பியல் (morphology), உறுப்புகள் (structure of the.r systems), பல்வேறு மண்டலங்கள், உறுப்புகளின் சிற்சில இயக்கங்கள்மட்டும்தான் தெரிந்து கொள்ளப்பட்டன. விஞ்ஞான (science) ஆற்றல் அதிகரிக்க உயிரினங்களின் பல்வேறு நுண் இயக்கங்களைத் தெரிந்துகொள்ளும் ஆர்வம் உந்த, உடற் செயலியல் படிப்படியாக முன்னேறி அது ஒரு பெரும் பிரிவாக வளர்ந்து வருகின்றது.

உடற்செயலியலுக்கு, ஒரு வரையோ, எல்லேயோ கிடையாது. இவ்வியல் வளர்ச்சி வேதியியல் (chemistry), பௌதிகயியல் (physics), இயங்கியல் (dynamics), கணித வியல் (mathematics), மனேதத்துவவியல் (psychology) முதலிய பல்வேறு விஞ்ஞானப் பிரிவுகளிலும் ஊடுருவிச் செல்லுகின்றது. உடற் செயலியலை நன்கு அறிய விஞ்ஞானத்தின் மற்றப் பிரிவுகளில் யாதொன்றையும் புறக்கணிக்க முடியாத நிலை ஏற்பட்டிருக்கிறது. தற்காலத்தில் உயிரியல் (biology) உடற் செயலியலுக்கு மிகவும் இன்றியமையாதது.

உடற் செயலியலில் இணைக்கப்பட்டிருக்கும் பல்வேறு பகுதிகளாவன:

1. ஊட்டம் (nutrition)
2. இரத்த ஓட்டம் (circulation cf blood)
3. கழிவு நீக்கம் (excretion)
4. தசைச் சுருக்கம் (muscular contraction)
5. நரம்பியக்கம் (nervous mechanism)
6. சுவாசித்தல் (respiration)
7. நாளமில்லாச் சுரப்பிகளின் இயக்கம் (endocrine secretion)

இவைகளால் ஏற்படுவதைப் பிராணிகளின் செயலாற்று முறை (animal behaviour) எனக் கூறுகின்றோம்.

பகுதி 1

ஊட்டம்

(NUTRITION)

உயிரினங்களின் உடல் எப்பொழுதும் ஒரே 'வேதிய சம நிலையில்' (equilibrium) இருக்கின்றது. அன்றாட இயக்கங்கள் நடத்த உயிரினத்திற்கு ஓரளவு சக்தி தேவைப்படுகின்றது. இச் 'சக்தியானது' (energy), உயிரினங்கள் உட்கொள்ளும் உணவில் விகித அளவில் நிறைந்துள்ளது. உட்கொள்ளும் உணவிலும், உடலின் திசுக்களிலும் இருக்கும் இந்தச் சக்தி ஆக்ஸிகரணம் என்ற வேதியியல் மாற்றத்தின்மூலம் உடலின் உறுப்புகளை இயக்கும் சக்திப் பொருளாக வெளிப்படுகின்றது.

உயிரினத்தின் உடல் புரோடோபிளாசம் (protoplasm) எனப்படும் அடிப்படை உயிர் திரவப் பொருளால் ஆகியது. அது முக்கியமாக carbon, hydrogen, oxygen, nitrogen, sulphur, phosphorus போன்ற பல மூலகங்களைக் (elements) கொண்டது சுற்றுப்புறங்களிலிருந்து கிடைக்கும் பிராண வாயு (oxygen) சுவாச உறுப்புகளால் கிரகிக்கப்பட்டு இரத்தத்தின்மூலம் திசுக்களுக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றது. திசுவிலடங்கி யிருக்கும் புரோடோ பிளாசம் ஆக்ஸிகரணமடைந்து சக்தி வெளிப்படுகிறது. இம் முறையினால் திசுவானது சிறிதளவு அழிக்கப்படுகிறது. இவ்வழிவு முறைக்கு 'சிதை மாற்றம்' (katabolism) எனப் பெயர் இவ்வழிவை ஈடுசெய்யப் புதிய புரோடோபிளாசம் உற்பத்தி செய்யப்பட வேண்டும்.

புரோட்டோபிளாசத்தில் எளிய முறையில் அமைந்திருக்கும் புரதப் பொருள் (protein), தரசப் பொருள் (carbohydrate) கொழுப்புப் பொருள் (fats)முதலியவைகள் அடங்கியிருக்கின்றன. ஆகையால், இப்பொருள்களைச் சிக்கலான உணவுப் பொருள்.

ளாகிய புரதம், தரசம், கொழுப்புகள் இவைகளை உட்கொண்டு அவைகள் எளிய பொருள்களாகச் சீரணித்து இரத்தத்தின்மூலம் உடம்பின் பல பாகங்களுக்கு எடுத்துச்செல்லப்பட்டுத் திசுக்களில் புதிய புரோடோபிளாசமாக மாற்றப்படுகின்றன. இவ்வாக்க வேலைக்கு 'வளர்மாற்றம்' (anabolism) எனப்பெயர். உணவானது வளர்மாற்றத்திற்கு இன்றியமையாதது. சிதை மாற்றம், வளர்மாற்றம் இவைகளின் கூட்டுச் செயலுக்கு, 'வளர்சிதை மாற்றம்' (metabolism) எனப் பெயர்.

ஒரு நூற்றுண்டுக்கு முன்பே லவோஸியரும் (Lavousier) லாபேஸும் (Labose) வெப்ப இரத்தப் பிராணிகளில் (warm blooded), உடல் வெப்பமானது 'வேகம் குறைந்து எரிக்கும் தன்மை'யின்மூலம் ஏற்படுகிறதென்றும், ஆக்ஸிஜன் உட்கொள்ளும் அளவும், கரியமிலவாயு (carbon-di-oxide) வெளிப்படும் அளவும் ஒரே அளவாக உள்ளன என்றும், எடுத்துக்காட்டினர். இவ் வெளியீட்டின்மூலம் அவர்கள் தற்காலத்திய உடற்கூறு இயலின் அடிப்படையை ஏற்படுத்தினர்.

லிபிட் (Libid) என்பவர் உணவுப் பொருள்களின் கூறுப் பொருள்களான புரதம், தரசம், கொழுப்புப் பொருள்கள் முதலியவைகளைச் சிதைப்பதனுலும், ஆக்ஸிகரணத்தாலும் ரசாயன மாறுதல் ஏற்பட்டு வளர்சிதை மாற்றத்தை ஏற்படுத்துகிறது என்று தெளிவுபடுத்தினர்.

தொகுப்பு 1

உணவுப் பொருள்கள்

ஊட்டத்திற்கு ஒவ்வொரு பிராணியும் சிற்சில சிக்கலான வேதியியற் பொருள்களாகிய உணவுப் பொருள்களை உட்கொள்ள வேண்டியிருக்கிறது. நாம் உட்கொள்ளும் பல்வேறு உணவுப் பதார்த்தங்களை, அவைகளின் வேதியியல் அமைப்பைக் கொண்டு ஆறு முக்கியக் கூறுபொருள்களாகப் பிரிக்கலாம். அவைகளாவன:

(அ) புரதங்கள் (proteins)
(ஆ) தரசம் (carbohydrates)
(இ) கொழுப்புப் பொருள்கள் (fats)
ஈ) தாது உப்புக்கள் (mineral salts)
(உ) தண்ணீர் (water)
(ஊ) வைட்டமின்கள் (vitamins)

(அ) புரதங்கள் (Proteins)

புரோட்டோபிளாசத்திற்கு மிகவும் முக்கியமான பொருள் புரதம் இது ஓர் உயிர்க் கூட்டுப் பொருள் (organic compound). இதில் கார்பன், ஹைட்ரஜன், ஆக்ஸிஜன் முதலியவைகளுடன் இன்றியமையாத நைட்ரஜனும் அடங்கியிருக்கின்றது. மற்றும், சல்ஃபர், பாஸ்பரஸ், இரும்பு, அயோடின் போன்ற பல கனிப்பொருள்களும் காணப்படுகின்றன. நைட்ரஜன் இன்றியமையாததால்:புரதத்தை நைட்ரஜன் கலந்த உணவு எனக் கூறுகிறோம். நைட்ரஜன் வளர்ச்சிக்கு இன்றியமையாததாகையால் புரதத்தைத் திசு உற்பத்தி செய்யும் பொருள் என்றும், உடல் வளர்ச்சிப் பொருள் என்றும் கருதுகின்றோம்

ஒரு கிராம் புரதத்திலிருந்து 4·1 கலோரி சக்தி உண்டாக்கப் படுகிறது. சாதாரண மனிதனுக்குத் தினமும் 100 கிராம் புரதம் உணவாகத் தேவைப்படுகிறது. தாவர உணவைவிட ஊன் உணவில்தான் புரதம் அதிகமாகக் கிடைக்கிறது.

புரதத்தின் 'கூட்டணு' (molecule) மிகவும் சிக்கலானது, புரதத்தின் தனிப்பொருள் அமினோ அமிலம் (amino acids) என்ற அடிப்படையில் புரதம் அமைந்திருக்கிறது. இதுவரை 23 அமினோ அமிலங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. இவற்றில் பிராணிகளின் உடலில் 10 வகையான அமினோ அமிலங்கள் இயற்கையாக உணவுடன் உபயோகிக்கப்பட வேண்டும். இவைகளை, 'இன்றியமையா அமினோ அமிலம்' (essential amino acids) அல்லது 'தவிர்க்க முடியாத அமினோ அமிலம்' (indispensable amino acids) என்று கூறுகின்றனர். இந்த அமினோ அமிலங்களைப் பிராணிகளின் உடலினுள் உற்பத்தி செய்ய முடியாதவை எனக் கூறுவர்.

அவையாவன :

1. தெரோனின் (thereonine)
2. வேலைன் (valine)
3. லூசைன் (leucine)
4. ஐசோலூசைன் (isoleucine)
5. ஆர்ஜினைன் (arginine)
6. லைசின் (lysine)
7. மித்தியோனின் (methionine)

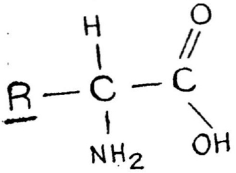
8. ஃபெனலலனின் (p'enylalanine)

9. ட்ரிப்டோஃபேன் (tryptophane)

10. ஹிஸ்டிடின் (histidine)

அமினோ அமிலத்தின் வேதியியலமைப்பு

NH_2 என்பது அமினோ வகுப்பு; COOH என்பது அமில அல்லது கார்பாக்ஸில் வகுப்பு (carboxyl group). R எனப்படுவது வெகுவாக மாறு படுவது. R எனும் வகுப்பு ஒவ்வொரு அமினோ அமிலத்திற்கும் மாறும் தன்மை யது. இத் தன்மையைக் கொண்டுதான் புரதத்தைப் பல்வேறு அமினோ அமிலங் களாகப் பிரிக்கிறார்கள்.



புரதக் கூட்டணுவில் ஓர் அமினோ அமிலத்துடனும் கார்பாக்ஸில் வகுப்புடனும், மற்றோர் அமினோ அமிலத்தின் அமினோ வகுப்புடனும் இணைப்பு ஏற்படுகின்றது. இந்த இரண்டு அமினோ அமிலங்களின் இணைப்புகளை 'பெப்டைட் இணைப்பு' (peptide bond) எனக் கூறுகிறோம். இரண்டு அமினோ அமிலங்கள் இணைக்கப்படின் ஆதனை 'டை பெப்டைட்' (di-peptide) என்றும், மூன்று அமினோஅமிலங்கள் இணைக்கப்படின், 'ட்ரை பெப்டைட்' (tri-peptide) என்றும், பல அமினோ அமிலங்களின் இணைப்பை 'பாலி பெப்டைட்' (poly peptide) என்றும் பிரிவுபடுத்துகிறோம். ஒவ்வொரு புரதக் கூட்டணுவும் நூறு அல்லது ஆயிரக்கணக்கான அமினோ அமிலங்களால் ஆனது.

புரதங்களை மூன்று வகைகளாகப் பகுக்கலாம்.

(i) எளிய புரதங்கள் (simple proteins)

(ii) இணைவுப் புரதங்கள் (conjugated proteins)

(iii) வெளிவரும் புரதங்கள் (derived proteins)

(i) எளிய புரதங்கள்

இவைகள் தண்ணீரில் கரையும். வெப்பத்தில் உறையும் தன்மையன. இவை 'நீர்ச்சிதைவு' (hydrolysis) மூலம் அமினோ அமிலங்களைமட்டும் கொடுப்பதால் 'எளிய புரதம்' எனப்படு கின்றன. அல்புமின் (albumin), க்ளோபுலின் (globulin), ஹிஸ்டோன், (histone), புரோடாமைன் (protomine) முதலியவை எளிய புரத இனத்தைச் சார்ந்தவைகளாகும்.

(ii) இணைவுப் புரதங்கள்

இவ்வகைப் புரதங்கள் ‘ புரோஸ்தடிக் வகுப்பு ’ (prosthetic group) என்ற மற்ற வேற்றுப் பொருளுடன் இணைந்து இருப்பதால் இவைகளை ‘இணைவுப் புரதங்கள்’ என்கிறோம். எடுத்துக் காட்டாக ‘நியூக்லியோ புரோடின்’ (nucleo-protein) என்ற இணைவுப் புரதத்தில், புரதமானது புரோஸ்தடிக் வகுப்பான ‘ நியூக்லிக் அமிலத்துடன் ’ (nuclic acids) இணைக்கப் பட்டிருக்கிறது. ‘க்ளைகோ புரதம்’ (glyco protein) எனப்படுவது புரோஸ்தடிக் வகுப்பான ‘மாவுப் பொருளுடன்’ (starch) இணைந் திருக்கிறது. ‘பாஸ்போ புரதம்’ (phospho-protein), ‘பாஸ்பாரிக் அமிலம்’ (phosphoric acid), எனும் புரோஸ்தடிக் வகுப்புடன் இணைந்துள்ளது. ‘குரோமோ புரதத்தில் உள்ள (chromo-protein) புரதமானது ஹீமோக்குளோபினில்’ (haemoglobin) உள்ள ஹீம் என்ற இரும்பு மூலகத்துடன் இணைந்து குரோமோ புரதமாகிறது.

(iii) வெளிவரும் புரதங்கள்

புரதமானது வெப்பத்திஞலோ, என்ஸைம்களின் (enzymes) கிரியையிஞலோ மாறுதலடைந்து கொடுக்கும் புரதத்திற்கு ‘ வெளிப்படும் புரதம் ’ எனப் பெயர். பெப்டோன்ஸ் (peptones), பெப்டைட்ஸ் (peptides) இவ்வினத்தைச் சார்ந்தவை.

(ஆ) தரசம் (Carbohydrates)

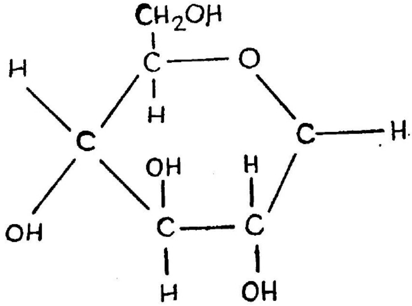
தரசம் உயிர்க் கூட்டுப் பொருள்களாலாகியது. இது கார்பன், ஆக்ஸிஜன், ஹைட்ரஜன் முதலியவைகளாலானது. இரண்டு ஹைட்ரஜனுக்கு ஓர் ஆக்ஸிஜன் வீதம் இது அமைந் திருக்கின்றது. இதில் நைட்ரஜன் கிடையாது. ஆகையால் இதை ‘நைட்ரஜன் அற்ற உணவு’ என்கிறோம். தரசத்தின்மூலம் உயிரினங்களுக்குத் தேவையான சக்தி கிடைக்கின்றது. சர்க்கரைப் பொருள் (sugar), மாவுப் பொருள் (starch) தரச இனத்தைச் சார்ந்தவைகள்.

தரசம், ‘சாக்கரைடு’ (saccharide) வேதியியல் இனத்தைச் சார்ந்தது. ஒரு கூட்டணு கொண்டவை ‘மானே சாக்கரைடு, (mono-saccharide) எனவும், இரு கூட்டணுக்கள் கொண்டவை டை சாக்கரைடு (di-saccharide) எனவும், பல் அணுக்கள் கொண்டவைகளைப் பாலி சாக்கரைடு (poly-saccharide) எனவும் கூறுகிறோம்.

தரசத்தின் ஒவ்வொரு கூட்டணுவிலும் ஐந்து அல்லது ஆறு கார்பன் அணுக்கள் இருக்கின்றன. ஐந்து கார்பன் அணுக்கள்

கொண்டதை 'பென்டோஸ்' (pentose) என்றும், இதனை $C_5H_{10}O_5$ என்ற சூத்திரத்தால் குறிக்கலாம். ஆறு கார்பன் அணுக்கள் கொண்டதை 'கெக்ஸோஸ்' (hexose) எனலாம், இதனை $C_6H_{12}O_6$ என்ற சூத்திரத்தால் குறிக்கலாம். 'குளுகோஸ்' (glucose) என்னும் சர்க்கரை 'கெக்ஸோஸ்' இனத்தைச் சார்ந்தது.

குளுகோஸின் வடிவமைப்பு



'ரிபோஸ்' (ribose) என்னும் இனத்தில் ஐந்து கார்பன் அணுக்கள் உள்ளன. கரும்புச் சர்க்கரையை 'சுக்ரோஸ்' (sucrose) எனவும், பழச் சர்க்கரையை 'ஃப்ரக்டோஸ்' (fructose) எனவும் கூறுகின்றோம். இவைகள் க்ளுகோஸ்போன்ற சர்க்கரைப் பொருள்களாகும். பாலில் 'லாக்டோஸ்' (lactose) எனும் சர்க்கரைப் பொருளுளது. இவையனைத்தும் 'மானோ சாக்கரைடு இனத்தைச் சார்ந்தவைகளாகும். இவைகள் கரையக்கூடிய தன்மையிலும், உட்கவரும் தன்மையிலும் உள்ளன. டை சாக்கரைடு இனத்தில் இரண்டு மானோ சாக்கரைடு இனங்கள் இணைந்துள்ளன. இதனை $C_{12}\ H_{22}\ O_{11}$ என்ற சூத்திரத்தால் குறிக்கின்றோம். மால்டோஸ் எனும் தரசம் இரு சாக்கரைடு இனத்தைச் சார்ந்தது. இவை கரைபொருள்களாக இருந்தும் உட்கவர்தலற்ற நிலையில் இருக்கின்றன.

பாலி சாக்கரைடு

பல மானோ சர்க்கரைடு கூட்டணுக்களாலாகிய சிக்கலான வேதியியலமைப்புக் கொண்டவை. அவைகள் பெரிய கூட்டணுக்களால் ஆகியவை. மாவுப் பொருள்களும் தாவர செல் சுவர்களாலாகிய 'செல்லுலோசு'ம் பாலி சாக்கரைடு இனத்தைச் சேர்ந்தவை. அமிலோஸ் (amylose), அமிலோப்சின் (amylopsin) எனும் இருவகை பாலி சாக்கரைடுகள் மாவுப் பொருளில் அடங்கி

யுள்ளன. அவை நீர்ச்சிதைவுமூலம் மால்டோஸாகவும் குளு கோஸாகவும் மாறுகின்றன.

'செல்லுலோஸ்' (cellulose) என்னும் பாலி சாக்கரைடு பல குளுகோஸ் கூட்டணுக்கள் கொண்டு அடுத்து அடுத்து இருக்கும் இரு நீண்ட தொடரில் குறுக்கே ஹைட்ரஜன் இணைப்புக் கொண் டது. இது தாவர செல் சுவருக்கு (cell wall) ஆதாரமாக இருக் கின்றது. இது தாது அமிலங்கள் (mineral acids) மூலம் குளு கோஸாக மாறும் தன்மையது. செல்லுலோஸ் சிக்கலான வேதியி யலமைப்புக் கொண்டமையால் இதை எளிதாகச் சீரணிக்க முடிவ தில்லை. இதில் வேதியியல் சிதைவு ஏற்படுவதற்குத் தனிப்பட்ட என்ஸைம்கள் தேவைப்படுகின்றன. கப்பல் புழுவான டெரிடோ வின் (teredo) உணவுப் பாதையில் 'செல்லுலோஸ்' என்னும் என்ஸைம் உள்ளது. இந்த என்ஸைம் செல்லுலோஸில் கிரியை புரிந்து, வேதியியற் சிதைவு ஏற்படுத்திச் செல்லுலோசைச் சீரணப்படுத்துகின்றது.

(இ) கொழுப்புப் பொருள்கள் (Fats)

கொழுப்புப் பொருள்கள் கொண்ட உணவினை 'லிபிட்ஸ்' (lipids) எனக் கூறுகிறோம். இவை ஓலிக் அமிலம் (oleic acid) எனும் வேதியியற் பிரிவைச் சார்ந்தவை. இவை கார்பன், ஹைட் ரஜன், ஆக்ஸிஜனால் ஆனவை. ஆக்ஸிஜனும் ஹைட்ரஜனும் சம அளவில் அமைந்திருக்கின்றன. கொழுப்பு உணவுப் பொருள்கள் சக்தியையும் வெப்பத்தையும் கொடுக்கும் தன்மை கொண்டவை. ஒரு கிராம் கொழுப்பில் 9·3 கலோரி சக்தி வெளிப்படுகின்றது.

பிராணிகள் கொழுப்புப் பொருள்களை குளுகோஸிலிருந்து உண்டாக்கும் தன்மையைப் பெற்றிருக்கின்றன. இவை 'ஈதர்' (ether), 'குளோரோபாம்' (chloroform), பென்ஜீன் (benzene) போன்ற திரவங்களில் கரையும் தன்மை கொண்டவை. கொழுப்புக் கள் எல்லாம் 'கிளிசராலும்' (glycerol) 'கொழுப்பு அமிலங்களி' னும் (fatty acids) ஒன்று சேர்ந்து உருவாக்கப்பட்டிருக் கின்றன. 'ஸ்டிரால்' (sterol) எனும் பொருள்கள் கொழுப்புப் பொருளைச் சார்ந்தவை. கொழுப்பு அமிலமும் சாராயப் பொருளும் கொண்டது மெழுகு (wax).

(ஈ) தாது உப்புக்கள் (Mineral Salts)

இவை இயற்கையில் அமைந்துள்ள உணவுப் பொருள்கள். இவை உயிர்ப் பொருள்களல்ல. இவை போதிய அளவில் இல்லா விடில் உயிர்ப்பொருள்களின் வேதியியல் மாற்றங்கள் நடைபெறு.

பலவகைத் தாது உப்புக்கள் பல்வேறு உறுப்புகளுக்கு இன்றியமையாதவை. ஆரோக்கியமாக இருக்கப் பல தாது உப்புக்கள் தேவைப்படுகின்றன. கால்ஸியம் (calcium), பாஸ்பரம் (phsophorous) போன்ற தாது உப்புக்கள் எலும்புகள் உறுதிப்படுதற்கு உறுதுணையாகின்றன. இரத்தம் உறைவதற்கு கால்ஸியம் தேவைப்படுகின்றது. நரம்பு மண்டலங்களின் இயக்கத்திற்கு மக்னீஸியம் (magnesium) அவசியம் தேவைப்படுகின்றது. தைராயுடு (thyroid) எனும் நாளமில்லாச் சுரப்பிக்கு (ductless glands) அயோடின் (iodine) தேவைப்படுகின்றது. அயர்ன் (iron) எனும் இரும்புச் சத்துப் பொருள்கள் இரத்தச் சிவப்பு அணுவிலிருக்கும் (R. B. C.) ஹீமோக்ளோபினுக்கு இன்றியமையாதன. சோடியம் (sodium) இரத்தத்தின் பிளாஸ்மாவிற்கும் (plasma) இரைப்பைச் சுரப்பி நீருக்கும் மிகுந்த அளவில் வேண்டியுளது. பொட்டாசியம் (potassium) இரத்தச் சிவப்பு அணுக்களுக்கு ஆக்ஸிஜன் மாற்றத்திற்கெனத் தேவைப்படுகின்றது. பல தாது உப்புகள் நாம் அன்றுடம் உட்கொள்ளும் இயற்கை உணவுப் பொருள்களான காய்கறிகள், உணவுப் பதார்த்தங்கள் முதலியவற்றிலிருந்து கிடைக்கின்றன.

(உ) தண்ணீர் (Water)

நமக்கு அன்றுடம் தேவைப்படும் சக்திக்கோ, உடம்பின் வளர்ச்சிக்கோ, தண்ணீர் நேரடியாகத் தேவையில்லையெனினும் தண்ணீரின்றி உயிரினம் ஒருகாலும் வாழ இயலாது. புரோட்டோபிளாசம் என்னும் உடல் உயிர்ப் பொருளில் 85-90 விழுக்காடு தண்ணீரால் ஆகியது என்பதே தண்ணீரின் இன்றியமையாத் தன்மையைக் காட்டுகின்றது. தண்ணீரில் பல பொருள்கள் எளிதில் கரைவதாலும், வெப்பம் கவரப்பட்டு அதனுள் அடக்கி வைக்கப்படுவதாலும் நீரின்மூலம் பல்வேறு உயிர் வேதியியல் மாற்றங்கள் நடைபெறுகின்றன. தண்ணீர் திசுக்களை ஈரப்படுத்துகின்றது. சீரணிக்கப்பட்ட உணவுப் பொருள்கள் தண்ணீரின் மூலம் கிரகிக்கப்பட்டு திசுக்களுக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன.

கரிமிலவாயு தண்ணீரில் கரைந்து கார்பானிக் அமிலமாக (carbonic acid) மாறித் திசுக்களிலிருந்து கரியமிலவாயுவை அகற்றி சுவாச உறுப்புக்களுக்கு எடுத்துச் செல்ல உதவுகின்றது. வெப்பம் உற்பத்தியாகும் உறுப்புகளிலிருந்து உடலின் மற்றப் பாகங்களுக்குத்தண்ணீரினுல்கிரகிக்கப்பட்டு எடுத்துச் செல்லப்படுவதால், உடலின் எல்லாப்பாகங்களிலும் வெப்பச் சமநிலை ஏற்படுத்தப்படுகின்றது. சீரணச் சுரப்பிகளில் சீரண உப்புக்கள் தண்ணீரில் கரைந்திருப்பதால் சீரணம் நன்கு நடைபெறுகின்றது. தண்ணீரின்

மூலந்தான் உடலின் வெவ்வேறு உறுப்புகளில் ஹைட்ரஜன் அயனி (hydrogen-ion) நிலை நிர்ணயிக்கப்படுகின்றது. உடலின் திசுக்களில் உண்டாகும் கழிவுப்பொருள்கள் தண்ணீரில் எளிதில் கரைவதனால் கழிவு உறுப்புகள்மூலம் உடலினின்றும் எளிதில் வெளியேற்றப்படுகின்றன.

(ஊ) வைட்டமின்கள் (Vitamins)

உயிரினங்கள் ஆரோக்கியமாக வாழ்வதற்கு 'வைட்டமின்' எனும் சக்தி மூலப்பொருள்கள் கொண்ட உணவு இன்றியமையாதது. பண்டைக் காலத்தில் 'அமினோ அமிலம் கலந்த முக்கியப் பொருள்' எனக் கருதி வந்ததால் 'வைட்டமின்' எனப்பெயர் (vita-important; amine-amino acid)பெற்றது. ஆரம்ப காலங்களில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட வைட்டமின்கள் அமினோ அமிலம் கொண்டவைகளாக இருந்தமையால் இப்பெயர் கொடுக்கப்பட்டது. நாளடைவில் புதியபுதிய வைட்டமின்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. சில வைட்டமின்களில் அமினோ அமிலம் இல்லாதிருப்பினும் ஆரம்பத்தில் சூட்டப்பெற்ற பெயர் தொடர்ந்து வழக்கத்தில் உபயோகிக்கப்படுகின்றது. வைட்டமின்கள் உயிர்வேதியியல் பொருளைச் சார்ந்தவை. இவைகளுக்குச் சக்தியை வெளிப்படுத்தவோ உடலை வளர்க்கவோ இயல்பு இல்லாவிடினும் வைட்டமின்கள் இருப்பதன்மூலந்தான் உடலின் மற்றப் பொருள்களிலிருந்து சக்தி வெளிபடுகின்றது; உடலும் வளர்ச்சியுறுகின்றது. சில வைட்டமின்கள் தண்ணீரில் கரையக்கூடியவை; சில, கொழுப்புக்களில் கரையக் கூடியவை. இவை சிக்கலான வேதியியலமைப்பு கொண்டவையாதலால் ஆரம்ப காலத்தில் இவைகளின் வேதியியலமைப்பு நன்கு தெரியாமலிருந்து வைட்டமின்களை ஆங்கில எழுத்துக்களால் குறிப்பிட்டு வந்தனர். ஒரு நாட்டில் ஒரு வைட்டமினுக்கு ஓர் எழுத்துமூலம் குறிக்கப்படுவது வேறொரு நாட்டில் வேறோர் எழுத்தினால் குறிக்கப்படும் நிலையிருப்பினும், தற்காலத்தில் அவைகளின் வேதியியலமைப்பு நன்கு தெரிந்திருப்பதால் வைட்டமின்களை நாம் வேதியியலமைப்புப் பெயரால் உலகெங்கணும் ஒரே குறிப்பிட்ட நிலையில் தெளிவுபடுத்துகின்றோம்.

வைட்டமின்கள் நுண்அளவில் தேவையாக இருந்தபோதிலும் அவைகள் தேவையான அளவு உடலுக்கு இல்லாவிடில் சில குறை நோய்கள் (deficiency diseases) தோன்றுகின்றன. இந்நோய்களைக் குணப்படுத்தத் தேவைப்படும் வைட்டமின்களை நாம் உட்கொள்ள வேண்டும். வைட்டமின்கள் இயற்கை உணவான காய்கறியில் அதிக அளவிலும், பிராணிகள் உணவுகளில் சிறிய அளவிலும் கிடைக்கின்றன. வைட்டமின்களை வேதியியல் சேர்க்கைமூலம்

செயற்கை முறையில் தயாரிக்க இயலும். அதிக வெப்பத்திலும் குறைந்த தட்பத்திலும் வைட்டமின்களின் வேதியியலமைப்பு சிதைவதால் வைட்டமின் கொண்ட உணவுப் பதார்த்தங்களை அதிகமாகக் கொதிக்க வைக்கவோ, குளிர்ச்சியடையச் செய்யவோ கூடாது. வைட்டமின்களைப்பற்றிய கூடுதலான விவரங்களை 'வைட்டமின்கள்' எனும் தனிப் பகுதியில் விரிவாகக் கவனிப்போம்.

ஊட்டம் என்னும் உயிரினத் தன்மையை ஐந்து சிறு பகுதிகளாகப் பிரிக்கலாம். அவையாவன :

(அ) உணவு உட்கொள்ளல் (ingestion)

(ஆ) சீரணம் (digestion)

(இ) உட்கவர்தல் (absorption)

(ஈ) தன்யமமாக்குதல் (assimilation)

(உ) மலம் அகற்றல் (defaecation)

தொகுப்பு 2

(அ) உணவு உட்கொள்ளல் (ingestion)

பிராணிகள் உடலின் வெளியிலிருக்கும் உணவுப் பொருள்களை உடலினுள் எடுத்துச்செல்லும் தன்மையினை உணவு உட்கொள்ளல் எனக் கூறுகிறோம். உணவுப்பொருள்கள் உணவு மண்டலத்தினுள் எடுத்துச் செல்லப்படவேண்டும். இதற்கு உணவு மண்டல ஆரம்பத்தில் 'வாய்'(mouth)என்ற உறுப்புள்ளது. உட்கொள்ளும் உணவுப் பொருள்களைக் கொண்டும் உட்கொள்ளும் தன்மையைக் கருதியும் பிராணிகளை நான்கு வகைகளாகப் பிரிவுபடுத்தலாம். அவையாவன:

1. நுண்பொருள் உட்கொள்ளும் பிராணிகள்
2. பருப்பொருள் உட்கொள்ளும் பிராணிகள்
3. மக்கிய உணவு உட்கொள்ளும் பிராணிகள்
4. திரவப் பொருள் உட்கொள்ளும் பிராணிகள்

1. நுண்பொருள் உட்கொள்ளும் பிராணிகள் (Microphagous feeders)

சில பிராணிகள் நுண்நோக்கியின் (microsope) மூலமே காணக்கூடிய நுண்உடம்பு கொண்ட உயிர்களை உணவாக உட்கொள்கின்றன. இவ்வகை நுண்பொருள்கள் தண்ணீரில் மிதக்கும் நுண்பிராணிகளாலாகியவை. நுண்பொருள் உட்கொள்ளும் பிராணி

கள் ஒரு குறிப்பிட்ட பிராணித்தொகுதிமட்டுமேயல்லாமல் வெவ்வேறு பிராணித் தொகுதிகளிலும் காணப்படுகின்றன. 'ப்ரோட்டோசோவா' (protozoa), கடற்பஞ்சு இன 'பொரிபஃரா' (porifera), வளைதசைப் புழுக்களான 'அனலிடா' (annelida), கணுக்காலிகளினமான 'ஆர்த்ரோ போடா' (arthropoda), மெல்லுடலிகளான மொலஸ்கா (mollusca), தாழ்நிலைத் தண்டு உடலிகளான 'ப்ரோட்டோ கார்டேடா' (protochordata) போன்ற பல்வேறு பிராணித்தொகுதிகளில் சிற்சில நுண்பொருள் உட்கொள்ளும் பிராணிகள் இருக்கின்றன

புரோட்டோசோவா எனப்படும் தாழ்நிலை ஆரம்பப் பிராணித் தொகுதியில் பாரமீஸியம் (paramecium), வார்டிசெல்லா (vorticella) என்னும் நுண்பிராணிகள் தண்ணீரில் மிதக்கும் பாக்டீரியா (bacteria), டையாடம் (diatom) என்னும் நுண்உயிரினங்களை உணவாக உட்கொள்கின்றன. வார்டிசெல்லா ஒரேயிடத்தில் அதன் உடல் அடிக்காம்பினுல் தளத்துடன் இணைக்கப்பட்டு நிலைத்திருக்கிறது. அது கவிழ்த்துவைக்கப்பட்ட மணியைப்போன்ற உடலமைப்புக் கொண்டது. அதன் மேல்புறத்தில் மணியின் விளிம்பைச் சுற்றியும், அதன்நடுவே அடைத்துக்கொண்டிருக்கும் தட்டைச் சுற்றியும் இரண்டு சிலியா (cilia) வரிசைகள் கொண்ட வளையங்கள் இருக்கின்றன. இவ்விரு சிலியா வளையங்களுக்கு நடுவே பெரிஸ்டோமியல் பள்ளம் (peristomial groove) இருக்கின்றது. அது உடலினுள் 'வெஸ்டிப்யூல்' (vestibule) எனும் பாதையாகக் கீழ்நோக்கிச் செல்கிறது. இந்த வெஸ்டிப்யூலில் ஒருவரிசை சிலியாவானது அசையும் இழையான 'அண்டுலேடுங் மெம்ப்ரேனுடு (undulating membrane) இணைந்துள்ளது. இரண்டு வளைய சிலியா அசைவதன்மூலம் தண்ணீரானது பெரிஸ்டோமியல் பள்ளத்தை நோக்கிச் செலுத்தப்பட, நீரிலிருக்கும் நுண் உணவுப் பொருள்கள் அப்பள்ளத்தையடைந்து, அசையும் இழை கீழ் நோக்கி அசைவதால் நுண்வாய் மூலம் உடம்பினுள் எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன. வார்டிசெல்லா தண்ணீர் ஓட்டத்தை சிலியாமூலம் ஏற்படுத்தி உணவை உட்கொள்கிறது.

பொரிபஃரா (porifera) என்னும் கடற்பஞ்சுப் பிராணித் தொகுதியில் உள்ளவை நிலையாக ஒரே இடத்தில் கல்லிலோ அல்லது மற்றைய பிராணிகளின் உடலின் மேலேயோ ஒட்டிக் கொண்டு நிலைத்திருக்கும். அவைகளின் உடலில் பல 'ஆஸ்டியா' (ostia) எனும் நுண் துவாரங்கள் உள. மேல் நுனியில் ஆஸ்குலா (oscula) எனும் பெரும் துவாரங்கள் உள. உடலினுள் அமைந்திருக்கும் நீரோட்டக் குழாய் மண்டலத்தில் (canal

system), பல 'ப்ளாஜல்லா' (flagella), எனும் இழை கொண்ட 'காலர் செல்கள்' (collar cells) இருக்கின்றன. இவைகளின் அசைவால் நுண் உணவு கொண்ட கடல் நீர் 'ஆஸ்டியர் வழியாக நீரோட்டக் குழாய் மண்டடத்தினுள் சென்று காலர் செல்களால் உட்கொள்ளப்பட்டுத் தண்ணீர் மட்டும் 'ஆஸ்குலா' வழியாக வெளியேற்றப்படுகின்றது

வளைத்தசைப் புழுக்களில் 'பாலிக்கீட்டா' (polychaeta) எனும் வரிசையில் 'கீடாப்பிரஸ்' (chaetopperus), 'அரினிகோலா' (arenicola) போன்ற புழுக்கள் கடல் நீரில் மிதக்கும் நுண்பொருளை உணவாக உட்கொள்கின்றன.

'கீடாப்பிரஸ்' எனும் வளைதசைப்புழு நிரந்தரமாக ஆங்கில எழுத்து 'U' போன்ற வடிவமைப்புக் கொண்ட இருமுனைத்துளைக் குழலினுள் வாழ்ந்து வருகின்றது. 'பெரிஸ்டோமியம்' (peristomium) என்ற பாகமானது பெரிதாகவும், பரந்தும், புனல் போன்றும் அமைந்திருக்கிறது. அதன் அடியில் வாய்த்துவாரம் அடங்கியிருக்கின்றது. தலைப்புறத்திற்குப் பின்னல் 'பாரபோடியா' (patrapodia) என்ற 'பக்கக் கால்கள்' குட்டையாகவும், அகலமாகவும் விசிறிபோன்றும் அமைந்துள்ளன. அவைகள் பின்னோக்கி அசைவதன்மூலம் கடல்நீர் வளைகுழல் கூட்டின் முன் நுனி வழியாகக் குழலினுள் செல்கின்றன. நீரில் மிதக்கும் நுண் பிராணிகள் வழுவழுப்பான திரவத்தில் சிக்க, அது உருண்டையாக வாயினுள் செலுத்தப்படுகிறது. தண்ணீரானது வளை குழலின் பின்புறத் துளை வழியே வெளியேற்றப்படுகிறது.

மெல்லுடலிகள் (mollusca) எனும் தொகுதியில் 'நன்னீர் மட்டி' (fresh water mussel), சிப்பி இனப் பிராணிகள் முதலியன நுண் பொருள் உட்கொள்ளும் தன்மை கொண்டவை. அவைகளின் வெளிப்புறத்தில் இரு கூடுகள் இருக்கின்றன. அவைகளின் ஒவ்வொன்றின் உட்புறமாக மாண்டில், (mantle) எனும் 'மேலுடைத்தோல்' உளது. மாண்டிலின் பின்புறத்தில் தண்ணீர் 'உட்புகும் குழலும் (inhalent siphon) தண்ணீர் 'வெளியேறும் குழலும்' (exhalent siphon) அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. அவைகளின் உட்புறத்தில் உடலின் இரு புறங்களிலும், ஒவ்வொரு புறத்திலும் இரண்டிரண்டு 'டெனிடியங்கள்' என்ற செவுள் தட்டுகள் உள்ளன. இந்தச் செவுள் தட்டுக்களில் (ctenidia), 'தண்ணீர்க் குழல்கள்' (water tubes) அமைந்து அவையெல்லாம் முதுகுப் புறத்திலிருக்கும் 'சூப்ரா பிராங்கியல் அறை'களில் (supra branchial chambers) திறக்கின்றன. டெனிடியங்களின் வெளிப் புறங்களிலும், மேலுடை மாண்டிலின் உட்புறத்திலும் நீண்ட

இழைபோன்ற சிலியா இருக்கின்றது. சிப்பிகளின் தலைப் பாகமானது மிகக் குறுகி, வாயின் மேல்புறமும் கீழ்ப்புறமும் மேல் தாடையும் கீழ்த் தாடையும் இணைந்து அவை நடுவே பாத்திரம் போன்ற குழி இருக்கின்றது. தாடைகளின் உள் சுவரில் சிலியா இருக்கின்றது. செவுள் தட்டு, மேலுடை மாண்டில் இவைகளில் அமைந்திருக்கும் சிலியாவின் அசைவால் குளத்தில் நுண் பிராணி கொண்ட தண்ணீர் உட்புகும் குழல் மூலம்மாண்டில் அறையினுள் செல்கிறது. மேல் தாடை, கீழ்த்தாடை, சிலியா அசைவு மூலம் வாயினுள் நுண் பிராணிகள் செலுத்தப்படுகின்றன. உணவு அற்ற கழிவு நீர் தண்ணீர்க்குழல்மூலம் 'சூப்ரா பிராங்கியல் அறை யின்' வழியே வெளிச்செல்லும் குழல் வழியாக வெளியேற்றப் படுகிறது.

கணுக்காலிகள் (arthropoda) தொகுப்பில் அறுகாலியினத்தில் (insecta) கொசுவின் வாழ்க்கைச் சரிதத்தில், கொசுவின் 'இடை வாழ்வுப் பருவம்' (larva), நுண்பொருள் உட்கொள்ளும் தன்மையது.

கொசு லார்வாவின் வாய்ப்புறத்தைச் சுற்றிலும் பல நுண் மயிர் போன்ற அமைப்புகள் உள. அவைகளை 'உட்கொள்ள உதவும்' துரிசிகள் (feeding brushes) எனக் கூறுகிறோம். அவைகள் வேகமாக அசைவதன்மூலம் தண்ணீர் ஓட்டம் ஏற்படுத்தப்பட்டுத் தண்ணீரில் மிதக்கும் நுண் உயிரினங்கள் வாயை நோக்கிச் செலுத்தப்படுகின்றன.

தாழ்நிலைத் தண்டு உடலிகள் (proto-chordates) தொகுப்பில் நுண் பொருள் உட்கொள்ளும் பிராணிகளாக 'ஆம்பியாக்சிஸ்' (amphioxus), 'அஸிடியன்' (ascidian) ஆகிய இரண்டினையும் கூறலாம்.

'ஆம்பியாக்கிஸ்' கடல் தளத்தில் புதைந்து அதன் முன் நுனி பாகத்தைமட்டும் கடல் நீரில் நீட்டிக் கொண்டு வாழ்ந்து வருகிறது. முன் நுனியில் ஒரு புனல் போன்ற 'வெஸ்டிப்யூல்' (vestibule) என்ற பாகம் இருக்கின்றது. அதன் அடிப்புறம் சிறுத்து வாய் எனும் துவாரத்திற்கு எடுத்துச்செல்கின்றது. வெஸ்டிப்யூலில் 'நுண்மயிர்த் தொகுதிகள் (cilia) இருக்கின்றன. அந்த 'நுண் மயிர்த் தொகுதிகள்' வட்டமாகச் சுழன்று அசைவதால் அதைச் சுழல்' உறுப்பு (wheel organ) எனக் கூறுகிறோம். வாய்த்துளை ஒரு நீண்ட அகன்ற தொண்டைக்கு எடுத்துச் செல்கின்றது. தொண்டையின் வெளிச் சுவரில் பல செவுள் துவாரங்கள் (gill slits) இருக்கின்றன. தொண்டையின் கீழ்ச் சுவரில்

எண்டோஸ்டைல்' (endostyle) எனும் ஒரு வாய்க்கால் போன்ற அமைப்பு இருக்கின்றது. அது சுரப்பி செல்களாலும் சிலியா செல்களாலும் ஆக்கப்பட்டது. தொண்டையின் மேல்புறத்தின் மையத்தில் நீண்டதொரு எபிபிராங்கியல் பள்ளம்' (epi-branchial groove) இருக்கிறது. எண்டோஸ்டைலேயும்' 'எபிபிராங்கியல் பள்ளத்தையும் இணைத்து 'பெரிபிராங்கியல் பள்ளம்' தொண்டையின் முன்புறத்தில் அமைந்திருக்கின்றது.

ஓய்வு நிலையில் ' ஆம்பியாக்கிஸ் ' தன் முன்நுனியைமட்டும் தண்ணீரினுள் வைத்துக்கொண்டு மற்றைய பாகங்களைக் கடல் அடித்தள மணலில் புதைத்து வைத்துக்கொள்கிறது. சுழல் உறுப்பின் நுண் மயிர்த்தொகுதிகள் சுழலச்சுழலக் கடல் நீரோட்டம் வெஸ்டிப்யூலின் துளையை நோக்கிச் செலுத்தப்படுகிறது. இந்நீர் ஓட்டத்தில் நுண் உணவுப் பொருள்கள் அடங்கியிருக்கின்றன. அவை வாய்த்துளைவழியாகத் தொண்டையை அடைய நுண் உணவு எண்டோஸ்டைலினுல் உற்பத்தி செய்யப்படும் வழு வழுப்பு இழையில் ஒட்டிக்கொள்ள, தண்ணீர் செவுள்வழியாக வெளியே அகற்றப்படுகிறது. நுண் பொருள் கொண்ட வழு வழுப்பு இழை எண்டோஸ்டைலின் நுண்மயிர்த் தொகுதியின் உதவியால் முன்புறமாகத் தள்ளப்பட்டு பெரிபிராங்கியல் பள்ளத் தின்மூலம் எபி பிராங்கியல் பள்ளம் வழியாகப் பின்புறமாகத் தள்ளப்பட்டுக்குடலை அடைந்து, அங்குச் சுரப்பி நீரின் உதவியால், வழுவழுப்பு இழைகளாய் உணவாகப் பயன்படுகிறது.

நுண் பொருள் உட்கொள்ளும் முறையில், மேற்சொன்ன பிராணிகளின் உடலமைப்பு கீழ்க்கண்ட அமைப்புகளைக் கொண்டுள்ளது.

(1) உணவுப் பொருள்கள் நுண்நோக்கிமூலந்தான் தெரியக் கூடிய நுண் அளவு கொண்டிருப்பதால் உணவை அரைப்பதற்கு அவசியமில்லாமையால், இப்பிராணிகளுக்குத் தாடைகள், பற்கள் போன்ற அமைப்புகள் கிடையா.

(2) உணவுப் பொருள்களைத் தேடிச் செல்ல அவசியமில்லாத தாலும், நீர் ஓட்டம் ஏற்படுத்தி அதன்மூலம் உணவைப் பெற்றுக் கொள்ளும் ஆற்றல் பெற்று இருப்பதாலும் இப்பிராணிகள் அநேக மாக ஒரே இடத்தில் நிலையாக அடித்தளத்தில் ஒட்டிக்கொண்டு வாழ்கின்றன.

(3) உணவு உட்கொள்ளும் முறை தானுகவே நடப்பதால், இப்பிராணிகளின் தசை மண்டலம், உணர்வு மண்டலம் முதலியன தாழ்நிலையில் அமைந்திருக்கின்றன.

(4) ஒரே இடத்தில் நிரந்தரமாக இப்பிராணிகள் வசித்து வருவதனால் அவைகளுக்கு இனச் சேர்க்கைக்குக் கூட்டாளி கிடைப்பது அரிது. ஆகையால், சில நுண்பொருள் உட்கொள்ளும் பிராணிகளின் உடலில் இருபால் (hermaphrodites) இனப் பெருக்க உறுப்புகளும் இருக்கின்றன.

(5) நுண்பொருள் உட்கொள்ளுவது 'நுண்மயிர்த் தொகுதி' (cilia) மூலம் நடப்பதால், இம்முறையினை 'நுண்மயிர் உதவியால் உணவுண்ணும் முறை' (ciliary mode of life) எனக் கூறுவர். இம்முறை தாழ்ந்த தன்மை கொண்ட முறையாகும்.

2. பருப்பொருள் உட்கொள்ளும் பிராணிகள் (Macrophagous Feeders)

இப்பிராணிகள் பரும் அளவு கொண்ட உணவை உட்கொண்டு வாழ்கின்றன. உணவுப் பொருள் பரிமாணத்தில் பெரிதாக இருப்பதால் இப்பிராணிகள் உணவை அவ்வப்பொழுது உட்கொள்கின்றன. (ஆனால், நுண்பொருள் உட்கொள்ளும் பிராணிகளுக்கு உணவுப் பொருள்கள் நுண்ணியதாக இருப்பதால் அவை தொடர்ந்து உணவை அருந்துகின்றன.) இம்முறையில் உணவு அருந்தும் தன்மை அநேகமாக எல்லாப் பிராணிகளிடமும் காணப்படுகின்றது. இவைகளின் உணவு வகைகளின் தன்மை கொண்டு பிராணிகளை ஊன் உண்ணிகள் (carnivores), எனவும் தாவர உண்ணிகள் (herbivores) எனவும் இருவகையாக வேறுபடுத்தலாம். இவ்விரண்டு வகைப் பொருள்களை உட்கொள்ளும் பிராணிகளை 'சர்வ உண்ணிகள்' (omnivores) எனக் கூறுகிறோம்.

உணவுப் பொருள் பெரியதாக இருப்பதால் அவைகளை உடலினுள் எடுத்துச்செல்ல வாய் என்ற ஒரு துவாரம் இருக்கின்றது. அமீபா (amoeba) எனும் தாழ்நிலை நுண் பிராணிக்கு நிரந்தரமாக வாய்த்துளை கிடையாது. உணவுப் பொருள்களை 'ஸ்யூடோபோடியா' (pseudopodia) எனும் 'போலிக் கால்களின்' மூலம் உடம்பினுள் செலுத்துகிறது. ஆகையால் அமீபாவின் உடம்பில் எந்தப் பாகமும் வாயாக உபயோகப்படுத்தப்படலாம். பெரும்பாலும் பிராணிகளில் நிரந்தரமான வாய் அமைந்திருக்கிறது.

உணவுப் பொருள் பரிமாணம் கொண்ட அநேகமாகக் கடினப் பொருள்களாக இருப்பதால் அவற்றை மென்று அரைக்கத் தாடைகளும் அதில் அடங்கிய பற்களுமிருக்கின்றன. உணவுப் பொருளைப் பிடித்து வாயினுள் தள்ளுவதற்கு சிலேண்டரேட்டா (coelenterata)

எனும் 'குழியுடலிகளில்' 'டென்டகிள்கள்' (tentacles) என்ற பிடிப்பு இழைகள் உள்ளன. அவைகளின் வெளிச்சுவரில் 'நைடோ பிளாஸ்ட்' (cnidoblast) எனும் நுண்ணிய 'கொட்டும் செல்கள்' அதிக அளவில் உள்ளன. இச்செல்லினுள் நச்சுநீர் கொண்ட 'நிமாடோசிஸ்ட்' (nematocyst) என்பவைகள் உள. இப்பையின் முன் நுனியில் நுண்முட்கள் இருக்கின்றன. ஏதேனுமொரு பிராணி அருகில் இருந்தால் அவ்வுணவை டென்டகில்கள் பிடித்துக் கொள்ள நச்சுப் பையிலிருக்கும் திரவம் நுண் முட்கள் மூலம் அப்பிராணியினது உடம்பினுள் செலுத்தப்பட, பிராணி உணவானது மயக்கமுறச் செய்யப்பட்டு, அவ்வுணவு 'டென்ட கிளின்' உதவியால் வாயினுள் திணிக்கப்படுகிறது.

வளைதசைப் புழுக்களில் 'நீரிஸ்' (nereis) எனும் இனத்தில் தொண்டையினுள் இரு பற்கள் கொண்ட தாடைகள் அமைந்திருக் கின்றன. உணவு உட்கொள்ளும்பொழுது தாடைகள் வாயின் வழியாக வெளியே தள்ளப்பட்டு அவை உணவைச் சிறு துண்டுகளாக வெட்ட உதவுகின்றன.

கணுக்காலி தொகுப்பில் 'நண்டுவகைப் பிராணிகள்' 'க்ரஸ்டேசியா' (crustacea) நுனியில் இடுக்கி போன்ற அமைப்புக் கொண்ட கால்களின் உதவியால் உணவுப் பொருள்களைப் பிடித்துக் கொள்ள உதவுகின்றன. கடின உணவை உட்கொள்ளும் அறு காலியினங்களில் பலமான பற்கள் கொண்ட தாடைகள் பக்க வாட்டில் அசைவதால் பெரும் உணவுப் பொருள்கள் சிறு துண்டு களாக வெட்டப்படுகின்றன.

மெல்லுடலிகள் தொகுதியில் சங்கு இனப் பிராணிகளில் வாயினுள் பற்கள் கொண்ட தாடைகளும் அரம்போன்ற ராடுலா (radula) எனும் நாக்கும் இருக்கின்றன. தாடையின் உதவியால் தாவர உணவு சிறு துண்டுகளாக வெட்டி, பொடியாக அரைத்து உணவாக உபயோகிக்கப்படுகிறது. பொடியாக அரைப்பதற்கு 'ராடுலா' பயன்படுகிறது.

முதுகெலும்பு உள்ள பிராணிகளுக்குத் தாடையில் பற்கள் அமைந்து, கீழ்த்தாடை மேலும் கீழும் அசைவதனுல் கடின உணவுப் பதார்த்தங்கள் சிறுதுண்டுகளாக வெட்டப்பட்டு அரைக்கப்படுகின்றன. மீனினத்திலும், நிலநீர் வாழ் இனத்திலும் தாடைகளில் பற்கள் இருந்தபோதிலும் அவை உணவை அரைப் பதற்கு உபயோகப்படுத்தப்படுவதில்லை. பற்கள் வாயினுள் சென்ற உணவை வெளியே செல்லாமல் பாதுகாப்பதற்கே உபயோகப்

படுகின்றன. தற்காலப் பறவைகளுக்கு அலகுகளில் பற்கள் கிடையா. அலகுகளில் கூர்மையான விளிம்புகள் இருப்பதால் உணவு வெட்டப்படுகிறது. தானிய உண்ணிகளான பறவைகள் உணவை விழுங்கி அவைகளின் 'க்ராப்' (crop) எனப்படும் மென்பையில் சுரக்கப்படும் திரவத்தில் ஊறவைத்து 'கிஸ்ஸார்டு' (gizzard) எனும் இரைப்பைப் பகுதியில் நன்கு உணவு அரைக்கப் படுகின்றது.

பெரும் பொருள் உட்கொள்ளும் பிராணிகளில் உணவின் தன்மையைக் கொண்டு கீழ்க்கண்ட மாறுதல்கள் அமைந் துள்ளன :

1. உணவுப் பொருள் பரிமாணம் கொண்டு கடினமாக இருப்பதால் அதைச் சிறு துண்டுகளாக மாற்றி அரைப்பதற்குப் பற்கள் கொண்ட தாடைகள் இருக்கின்றன.

2. உண்ணும் பொருள் பெரிதாக இருப்பதால் உட்கொள்ள வேண்டிய அவசியம் அடிக்கடி இருப்பதில்லை.

மக்கிய உணவு உட்கொள்ளும் பிராணிகள் (Detritus feeders)

இவ்வகைப் பிராணிகள் மண்ணில் இருக்கும் மக்கிய தாவர, பிராணிப் பொருள்களை உணவாக உட்கொள்கின்றன. தாவரங் களும் பிராணிகளும் இறந்த பின்னர் அழுகி, மக்கி, பூமியின் மண்ணில் கலந்துவிடுகின்றன. இவையே மக்கிய உணவு உட் கொள்ளும் பிராணிகளுக்கு உணவுப் பொருளாக அமைகின்றன. வளைதசை உடலியான ஈரமண்ணில் வாழும் மண்புழுவையும் கடல் மண்ணில் வாழ்ந்து வரும் 'அரினிகோலா' எனும் புழுவையும் இவ்வகையில் குறிப்பிடலாம். இவ்வளைத் தசைப் புழுக்கள் மண்ணினுள் தோண்டிச் சென்று மண்ணைக் குடல் வழியாகச் செலுத்தி, பின்னர், மண்ணை ஆசனத்துளைமூலம் சிறு சிறு உருண்டைகளாக வெளியேற்றுகின்றன. இதற்கு, 'புழுக் கூழ்க்கட்டி, (worm cast) எனப் பெயர். மண்ணில் சிதறி இருக்கும் சிறிதளவு மக்கிய பொருளைப் பெற்றுக்கொள்ள அதிகக் கணக்கில் மண்ணை உணவுப் பாதையினுள் செலுத்த வேண்டியிருக்கின்றது.

மண்புழுவின்(earth worm) உடலானது, இரண்டு நீண்ட குழல் களாலானது. வெளிப்பெரிய குழல் உடலின் தோலாகவும், உட்சிறு குழல் உணவுப் பாதையாகவும் இருக்கின்றன. அது மண்ணைத் துளைத்து மண்ணினுள் கீழ்நோக்கிச் செல்வதாலும், தொண்டைத் தசைகள் சுருங்கி விரிவதாலும், மண் தொண்டைமூலம் உறிஞ்சப் படுகிறது. மண்ணிலிருக்கும் மக்கிய பொருள் குடலினுள் எடுத்துச்

செல்லப்பட்டுச் சீரணித்தபின் கழிவுப் பொருள்களும், தேவை யில்லா மண்ணும் 'நாங்கூழ்க்கட்டி' எனும் சிறு உருண்டைகளாக அகற்றப்படுகின்றன. மண்ணினுள் துளைத்துச் செல்ல உடல் நீண்டு சிறுத்து, ஒரே குறுக்களவு கொண்ட குழலாக இருக்கிறது. மேலும் தோலிலிருக்கும் தசை சுருங்கி விரிந்து, துளைத்துச் செல்லப் பயன்படுகின்றது. உணவானது சிறு மக்கிய பொருளாக இருப் பதால், தாடைகளும் பற்களும் மண்புழுவுக்குத் தேவையில்லை. உணவு சிறிதளவுதான் சிதறி இருப்பதால், மண்ணில் வேண்டிய உணவை அடைய அதிக அளவில் மண்ணை உட்கொள்ள வேண்டி யுளது. இம் முறை உணவு சேகரிப்பு எதேச்சையாக முயற்சியற்ற முறையில் நடப்பதாலும், மண்ணினுள் துளைத்துச் செல்ல வேண்டி யிருப்பதாலும், தலைப்பாகம் நன்கு தெரியாத நிலையிலிருக்கின்றது. உணர்வு உறுப்புகளும் இதில் கிடையா. உணவானது எளிய பொருள்களாக இருப்பதால் சிக்கலான சீரணச் சுரப்பிகளும் கிடையா.

திரவ உணவு உட்கொள்ளும் பிராணிகள் (Fluid feeders)

திரவ உணவு உட்கொள்ளும் பிராணிகள் திரவங்களை உணவாக அருந்தும் தன்மையன. அவை தாங்களே உணவைத் தேடிக் கொள்பவைகளாகவோ ஒட்டுண்ணிகளாகவோ (parasites) இருக்கலாம்.

வண்ணத்துப் பூச்சி (butterfly) ஒரு திரவ உணவு உட் கொள்ளும் பிராணி. இது மலர்களில் உற்பத்தியாகும் மலர்த்தேனை ஆகாரமாக உட்கொள்ளுகிறது. இதன் வாயுறுப்புகள் நீண்ட குழல்போன்று அமைந்திருக்கின்றன. உபயோகமற்ற நேரத்தில் தலையின் கீழ்ப்புறமாக வளைத்து வைக்கப் பட்டிருக்கும். உணவருந்தும் நேரத்தில் இது நீட்டப்பட்டுப் பூவினுள் செலுத்தப் பட்டுப் பூத்தேன் சுரப்பிகளை அடைந்து பூத்தேனை உறிஞ்ச உபயோகப்படுகிறது. உணவை, வாயினுள் இழுக்கத் தொண்டை யானது தசைகள் கொண்டு விரிந்து சுருங்கும் தன்மை கொண்டது. உணவு திரவமாக இருப்பதால் தாடைகளும் பற்களும் வண்ணத்துப் பூச்சிக்குக் கிடையா.

'பாரசைட்ஸ்' (parasites) என்னும் 'ஒட்டுண்ணிகள்' திரவங்களை உணவாக அருந்துகின்றன. ஒட்டுண்ணிகள், 'புற ஒட்டுண்ணிகளாகவோ' (ectoparasites), 'உள் ஒட்டுண்ணி களாகவோ' (endoparasites) இருக்கலாம். குளத்திலும் நிலத் திலும் வாழ்ந்துவரும் 'இரத்த உறிஞ்சி அட்டைகள்' (leeches)

ஆடு, மாடு, தவளை, மீன், வனவிலங்குகள், மனிதன் போன்ற பிராணிகளின் இரத்தத்தைக் குடித்து உயிர் வாழ்கின்றன. இதற்கு ஊட்டுயிரின் (host) உடலில் நன்ருக ஒட்டிக்கொள்ள இருமுனை களிலும் கோப்பை போன்ற உறிஞ்சிகள் (suckers) முன் புறமாக ஒன்றும், பின் புறமாக ஒன்றுமாக அமைந்துள்ளன. முன்முனை உறிஞ்சியின் மத்தியில் வாய் அமைந்திருக்கிறது. அட்டையின் 'வாய்க்குழி'யில் (buccal cavity) 3 தசைத்தண்டுகளிலாகிய தாடைகள் உள்ளன. தாடைகளின் விளிம்புகளில் ஒரே மாதிரி யான கூர்மையான ரம்பம் போன்ற நுண் பற்கள் இருக்கின்றன. அட்டை தான் பற்றிக்கொள்ளும் பிராணியின் தோலைத் தன் தாடைப் பற்களால் கடித்துக் காய மேற்படுத்துகிறது. காயத்திலிருந்து இரத்தம் கசியத் தசைச்சுவர் கொண்ட தொண்டை, விரிந்து சுருங்கி இரத்தம் உறிஞ்சப்படுகிறது. அட்டையின் உமிழ் நீரில் 'ஹிரூடின்' (hirudin) எனும் என்ஸைம் இருக்கின்றது. இது இரத்தம் உறைவதைத் தடுக்கும் இயல்பு கொண்டது. காயத்தில் உமிழ்நீர் செலுத்தப்படுவதால் 'ஹிரூடின்' இரத்த உறைவைத் தடுக்கின்றது எனவே, அட்டையினுல் தொடர்ச்சியாக இரத்தத்தை உறிஞ்சமுடிகிறது.

கொசு (mosquito) புற ஒட்டுண்ணி இனத்தைச் சார்ந்தது. இது மனித இரத்தத்தை உறிஞ்சி வாழ்கின்றது. இரத்தத்தைப் பெற்றுக்கொள்ள இதன் வாய் உறுப்புகள் நீண்டு கூர்மையான 'ப்ரபோஸிஸ்' (proboscis), எனும் துதிக்கைபோன்ற அமைப்பு இருக்கின்றது. இதன் கடின தாடைகளும் (mardibles), 'துருவு தாடைகளும்' (Imaxilla) நீண்டு கூர்மையான ஊசி போன்றிருப்ப தால், இவைகளை விருந்தோம்பிகளின் தோலினுள் செலுத்தி, ரத்தக் குழல்களை நெருக்கி இரத்தத்தை உறிஞ்சி வாழ்கின்றது.

உள் ஒட்டுண்ணிகள் (endoparasites) ஊட்டுயிர்களின் திரவ உணவையே அருந்துகின்றன. 'கல்லீரலில் புழு' என்னும் 'லிவர்ஃப்ளுக்' (liver fluke) மனிதனின் பித்தக்குழலினுள் வாழ்ந்து வருகின்றதாகையால் அது எப்பொழுதும் பித்த நீரினுல் (bile) சூழப்பட்டிருக்கின்றது. இதன் தசைச் சுவர் கொண்ட தொண்டை பித்த நீரை உறிஞ்ச உபயோகிக்கப்படுகிறது.

உருளைப் புழு (nematoda) தொகுப்பிலுள்ள நாக்குப் புழு (ascaris) மனிதச் சிறு குடலில் உள் ஒட்டுண்ணியாக வாழ்க்கை நடத்துகிறது. ஊட்டுயிரின் சிறு குடலில் உட்கொள்ளும் ஆகாரம் நன்கு சீரணிக்கப்பட்ட நிலையிலிருக்கிறது. ஆகையால், இந்த

உணவை அதே நிலையில் நாக்குப்பூச்சி, தனது தொண்டையின் உதவியால் உறிஞ்சி வாழ்கின்றது.

திரவப் பொருள் உட்கொள்ளும் பிராணிகளுக்கு உணவு திரவ நிலையிலிருப்பதால் தாடைகளும் பற்களும் கிடையா. கொசுவில் அவையிருப்பினும், அவைகளை உணவை மெல்லுவதற்கு உபயோகப்படுத்தாமல், ஊட்டுயிரின் உடலினுள் செலுத்தி உணவைப் பெறுவதற்கே உபயோகப்படுத்துகின்றன. இவைகளுக்குக் கிடைக்கும் உணவு எளிய முறையிலிருப்பதாலும், உட்கவரும் தன்மையிலிருப்பதாலும், இப் பிராணிகளுக்குச் சீரணச் சுரப்பிகள் அநேகமாக இல்லாமலேயே இருக்கின்றன.

நாடாப்புழுக்கள் (tape worm) மனிதனின் சிறு குடலில் உள் வாழ் ஒட்டுண்ணியாக வாழ்க்கை நடத்துகின்றது. அதன் உடம்பைச் சுற்றி மனிதனின் நன்கு சீரணிக்கப்பட்ட உணவு எப்பொழுதுமிருப்பதால் எளிதாகக் கவரக்கூடிய சத்துப்பொருள்களை நாடாப்புழு தன் உடம்புப் பரப்பின்மூலமாகவே கிரகித்துக் கொள்கிறது. ஆகையால் அதற்குச் சீரண உறுப்பு ஒன்றுமே கிடையாது.

தொகுப்பு 3

சீரணம்

(Digestion)

கரையா நிலையிலுள்ள, உட்கிரகித்தல் தன்மையற்ற சிக்கலான வேதியியலமைப்புக் கொண்ட உணவுப் பொருள்களைக் கரைந்த நிலையில், உட்கிரகித்தல் தன்மையுடையதாக்கி எளிய வேதியியற் பொருள்களாக மாற்றும் முறைக்குச் 'சீரணம்' எனப் பெயர்.

இந்த வேதியியல் மாற்றம் பிராணிகளின் உடலினுள் உணவுப் பாதையில் ஏற்படுத்தப்படுகிறது. உணவுப் பாதையினுள் இணைக்கப்பட்ட பல சீரணச் சுரப்பிகள் ஒரு விதத் திரவத்தை வெளிப்படுத்த அத்திரவங்களில் அடங்கியிருக்கும் 'என்ஸைம்கள்' (enzymes) சீரண மாறுதலை ஏற்படுத்துகின்றன. மேலும் உணவுப் பொருள்களில் இருக்கும் உடலிற்குத் தேவையான பொருள்களை தேவையில்லாப் பொருள்களிலிருந்து பிரிக்கும் பணியையும் செய்கின்றன.

அநேகமாக எல்லாப்பிராணிகளிலும் சீரணமானது உடலினுள் அமைந்திருக்கும் உணவுப் பாதையில் நடைபெறுகிறது.

அமீபா (amoeba) எனும் நுண்பிராணியின் உடலானது 'செல்' வேறுபாடற்றது. உணவுப் பொருள் உடலினுள் அடங்கியிருக்கும் 'எண்டோபிளாசத்தில்' (endoplasm) நடைபெறுகின்றது. அமீபாவின் ஒரு செல் போன்ற தோற்றமுள்ள உடம்பினுள், செல்லினுள், சீரணம் நடைபெறுவதால் இதை, 'செல் உள் சீரணம்' (intra-cellular digestlon) எனக் கூறுகிறோம்.

மற்றெல்லாப் பிராணிகளிலும், செல்லிற்கு வெளியே சீரணம் நடத்தப்படுவதால் இம்முறையைச் 'செல்வெளிச் சீரணம்' (extra-cellular digestion) என வேறுபடுத்திக் கூறுகின்றோம்.

அநேகமாகப் பிராணிகளில் சீரணமாறுதல்கள் உணவுக் குழலில் நடைபெறுவதால் இவ்வகையை 'உள் சீரணம்' (internal-digestion) என்கிறோம். ஆனால் 'நட்சத்திர மீனில்' (star fish) உணவு உட்கொள்ளும் முறை வேறுபட்டுள்ளது. நட்சத்திரமீன் கடல் வாழ் சிப்பிகளை உணவாக உபயோகிக்கிறது. சிப்பி பக்கலில் இருக்கும் சமயம். சிப்பியின் வெளிக் கூடுகளைத் தன் கைகளால் பற்றி அவைகளில் அமைந்திருக்கும் 'குழல் கால், களின் (tube feet) உறிஞ்சிகளால் (suckers) நன்கு பிடித்துக் கைகளை வெளிப்புறம் தள்ளச் சிப்பியின் உள் மிருது உடம்பு வெளிப்புறம் திறக்கப்படுகின்றது. நட்சத்திர மீன் தன் இரைப் பையை வாயின் மூலமாக வெளித் தள்ளிச் சிப்பியின் உடம்பின் மேல் பதியச் செய்து சீரணத் திரவத்தைச் சிப்பியின்மேல் செலுத்து வதால் உணவு சீரணிக்கப்படுகின்றது. சீரணமான உணவினை நட்சத்திர மீன் உறிஞ்சிக்கொள்கிறது. இம் முறையில் சீரணம் நட்சத்திரமீனின் உடம்பிற்கு வெளியே நடப்பதால் இதற்கு 'வெளிச் சீரணம்' (external digestion) எனப் பெயர். இம் முறையே சிலந்திகளிலும் (spiders) நடைபெறுகின்றது. சிலந்தி தன் உணவுப் பூச்சியைப் பிடித்து, அதை நச்சுப் பொருள்களால் மயக்கமுறச் செய்து தன் சீரணத் திரவத்தைப் பூச்சியின் உடலினுள் செலுத்திச் சீரணிக்கப்பட்ட எளிய திரவப் பொருள்களை உறிஞ்சுகிறது.

உணவுப் பொருள்களை எளிய பொருள்களாக மாற்றச் சீரண நீரில் சில வேதியியல் உப்புக்கள் உள்ளன. அவைகளை 'என்ஸைம்' கள் எனக் கூறுகிறோம். ஆகையால் சீரணம் என்பதை 'என்ஸைம் மாற்றம்' எனவும் கூறலாம். சிக்கலான புரதப் பொருள்கள் எளிய அமினோ அமிலமாகவும், தரசப் பொருள்கள் குளுகோஸாகவும், கொழுப்புப் பொருள்கள் கிளிசரால் (glycerol) கொழுப்பு அமிலமாகவும் (fatty acids) மாறுபடும் தன்மைக்குச் 'சீரணம்' எனப் பெயர்.

என்ஸைம்கள் சீரண மாறுதல்களை நன்கு ஏற்படுத்தவேண்டு மானல் ஒவ்வொரு என்சைமிற்கும் ஒரு குறிப்பிட்ட அமிலத்தன்மை அல்லது காரத்தன்மை இருக்கவேண்டும். ஒரு திரவத்தின், அமிலத்தன்மை, காரத்தன்மையை நிர்ணயிக்க 'ஹைட்ரஜன் அயனி அடர்த்தி' (hydrogen-ion concentration) ஓர் அளவு கோலாக உபயோகிக்கப்பட்டு வருகிறது.

ஹைட்ரஜன்-அயனி அடர்த்தி

ஹைட்ரஜன்-அயனி அடர்த்தியைப் பொதுவாக பி. எச். (pH) எனும் சூத்திரத்தால் குறிக்கிறேம்.

தண்ணீரில் இருவகைக் கூட்டணுக்கள் இருக்கின்றன. அவைகளை ஹைட்ரஜன் அயனிகள் (H) என்றும், ஹைட்ராக்ஸில் அயனிகள் (OH) என்றும் கூறுகின்றேம். ஹைட்ரஜன் அயனி கள் நேர் மின்னேற்றத் தன்மையையும் (positive-charge) ஹைட் ராக்ஸில் அயனிகள் எதிர்மின்னேற்றத் தன்மையையும் (negative-charge) கொண்டவை. ஆகையால் ஹைட்ரஜன் அயனிகளை H+ என்றும் ஹைட்ராக்ஸில் அயனிகளை OH - எனவும் குறிக்கிறேம்.

25°C வெப்பத்தில் வைக்கப்பட்டிருக்கும் ஒரு லிட்டர் சுத்த மான தண்ணீரில் ஹைட்ரஜன் அயனிகள் 10^{-7} அளவுள்ள தாகவும், ஹைட்ராக்ஸில் அயனிகள் 10^{-7} அளவுள்ளதாகவும் இருப்பதாகக் கணக்கிடப்பட்டிருக்கிறது. இத் தண்ணீரில் நேர் மின்னேற்றத் தன்மையும் எதிர் மின்னேற்றத் தன்மையும் சம அளவில் இருப்பதால் நல்ல தண்ணீர் திரவத்தின் சம தன்மையைக் (neutral) குறிக்கிறது. அதாவது H அயனி 10^{-7} = OHஅயனி- 10^{-7}.

ஏதாவது வேதியியலமைப்பினுல் ஹைட்ரஜன் அயனியோ, ஹைட்ராக்ஸில் அயனியோ, கூடுதலாகியோ, குறைந்தோ இருந் தால் 'திரவத்தின் நடுநிலைத் தன்மை மாற்றப்படுகின்றது'. ஹைட்ரஜன் அயனிகள் கூடுதலாக மாற்றப்பட்டால் நேர் மின்னேற்றத் தன்மை அதிகரிப்பதால் திரவத்தின் நடுநிலை 'அமிலத் தன்மையாக' மாறுகிறது. அதே மாதிரி ஹைட் ராக்ஸில் அயனிகள் கூடினுல் எதிர் மின்னேற்றத் தன்மை அதிகரித்து, திரவத்தில் நடுநிலை காரத்தன்மையாக மாறுகிறது.

pH எனும் அளவுகோல் 'லாக்ரதம்'மூலம் நிர்ணயிக்கப் படுகிறது.

$$pH = \log \frac{1}{H+}$$

இக் கோட்பாட்டின்படி நடுநிலை சுத்தநீருக்கு pH7 என்றும், உயர் அமிலத்தன்மைக்கு pH1 என்றும் உயர் காரத் தன்மைக்கு pH14 என்றும் குறிக்கிறோம். pH7 லிருந்து pH1 படிப்படியாக அமிலத் தன்மையின் கூடுதலைத் தெரிவிக்கிறது. pH7லிருந்து pH14 படிப் படியாகக் காரத் தன்மையின் கூடுதலைக் குறிக்கிறது. pH7 நடு நிலைத் தன்மையைக் குறிக்கிறது.

pH	
1	அமிலத்தன்மை
2	
3	
4	
5	
6	
7	நடுநிலைத்தன்மை
8	காரத்தன்மை
9	
10	
11	
12	
13	
14	

ஹைட்ரஜன் அயனி அடர்த்தியை நிர்ணயிக்கப் பல முறைகள் கையாளப்படுகின்றன.

pH அளவை 'லோவிப்பாண்டு கம்பேரடர் (lovipond-comparator) என்ற கருவியின்மூலம் கண்டுபிடிக்கலாம். இதில் ஒருபுறம் 'வாலை வடி நீரும்', (distilled water) மறுபுறம் pH கண்டறிய வேண்டிய திரவத்தையும் வைத்து, குறியிடப்பட்ட 'சுழல்தட்டு' (disc) மூலமாக திரவத்தின் pH அளவைக் கண்டு கொள்ளலாம்.

சில வேதியியற் பொருள்கள், நிறங்களை ஏற்படுத்தும் முறையை வைத்து ஒரு திரவத்தின் pH அளவை நிர்ணயிக்கலாம். தற்காலங்களில் pH அளவை நுண்ணிய முறையில் கணிக்க 'pH meter' என்னும் ஒரு மின் கருவியைப் பயன்படுத்துகிறார்கள்.

ஒரு திரவத்தின் pH உயிரினங்களுக்கு மிக்க இன்றியமையாதது. சிறிதளவு pH மாறுதல் ஏற்பட்டாலும் உயிர்நிலையையே பாதிக்கக்கூடிய அளவு, உடலினுள் பல வேதியியல் மாற்றங்கள் ஏற்படுகின்றன. ஹைட்ரஜன் அயனி அடர்த்தி உயிர் இனத்தின் பல்வேறு இயக்கங்களுக்கு மிக இன்றியமையாதது. ஒவ்வோர் இயக்கமும் குறிப்பிட்ட pH-ல்தான் நன்கு நடைபெறும். pH சிறிது

மாறுபட்டபோதிலும், இயக்கம் தாமதித்தோ, நின்றோ விடுவதுமல்லாமல் பிராணியின் உயிர் நிலைக்கே கெடுதல் விளைவிக்கும். குறிப்பாக ஒரு லிட்டர் சமநிலைத் தண்ணீரில் ஒரு சி. சி. (c.c) அமிலத்தைக் கலந்தால் தண்ணீரின் அமிலத் தன்மை மிகக் குறைந்த அளவில் இருந்து நீல லிட்மஸ் காகிதத்தை நிறம் மாறுதல் செய்யும் அளவு இல்லாவிட்டாலும் அதன் pH மாறுபடுகிறது. இது சில இயக்கங்களுக்குத் தீங்கினை உண்டாக்குகின்றது. ஒரு லிட்டர் சமநிலைத் தண்ணீரில் சில துளி அடர் 'ஹைட்ரோக்ளோரிக்' அமிலத்தைச் (conc–Hcl) சேர்த்தால், அதன் அமிலத்தன்மை லிட்மஸ் பேப்பரின் நிறமாற்றமூலம் அறிய முடியாதிருப்பினும், இத் திரவத்தைத் தவளை இரத்த ஓட்டத்தில் சிறிதளவு செலுத்தினால் இம்மாறுபட்ட pH அளவு தவளையின் இதயத் தசையைப் பாதித்து இதயத்தை உடனடியாக நின்றுவிடச் செய்கின்றது. இப் பரிசோதனையே pH ன் முக்கியத்துவத்தை எடுத்துக்காட்ட உதவுகின்றது.

பாலூட்டிகளில் (மனிதன்) சீரணிக்கும் முறை
(Process of Digestion in a Mammal (Man))

உணவுப் பொருள்கள் உணவுப் பாதையினுள் எவ்வாறு சீரண மாறுதல்கள் அடைகின்றன என்பதை நன்கு அறிந்து கொள்ள ஒரு பாலூட்டியைக் குறிப்பாக மனிதனை, நாம் எடுத்துக்காட்டாகக் கொள்ளலாம்.

மனிதனின் உணவு மண்டல உறுப்புகள்

மனிதனின் உணவுப் பாதை 'வாய்' எனும் நீண்டதொரு வழியாக ஆரம்பிக்கின்றது. வாயின் மேல்புறமாக மேலுதடும் கீழ்ப்புறமாகக் கீழ் உதடும் அவைகளின் உட்புறமாக எலும்பினாலாகிய மேல்தாடையும், கீழ்த்தாடையும் இருக்கின்றன. தாடை எலும்பு ஒவ்வொன்றிலும் 16 பற்கள் உள்ளன. அவைகளின் செயல்களுக்கேற்ப-அமைப்பிற்கு ஏற்ப-நான்கு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். (1) வெட்டுப்பல் (incisor), (2) கோரைப்பல் (canine), (3) முன்கடைவாய்ப் பற்கள் (pre molars) (4) கடைவாய்ப் பற்கள் (molars) என்பன அவை. வாயானது வாய்க் குழியில் (oral cavity) திறக்கின்றது. அதன் அடித்தளத்தில் தசை கொண்ட நாக்கு உளது. வாய்க்குழி தொண்டையினுள் சென்று மார்பறையில் செல்லும் அன்னக் குழல் (oesophagus) வழியாக உதரவிதானத்தைத் (diaphragm) துளைத்து வயிற்றறையின் இடப் புறம் இரைப்பையாகப் (stomach) பருத்திருக்கின்றது. இரைப்பை

யானது வெளிப்புறமாக வெளிக்குவிந்தும், உள்புறமாக உள் குவிந்தும் இருக்கிறது. அதன் மேல் நுனிக்கு ‘ கார்டியாக் பகுதி ’ (cardiac end) என்றும், கீழ் முனைக்கு ‘பைலோரிக் பகுதி ’ (pyloric end) என்றும் கூறுகிறோம். கார்டியாக் பகுதியில் அன்னக்குழல் (oesophagus) திறக்கின்றது. பைலோரிக் பகுதியிலிருந்து முன் சிறு குடல் (duodenum) ஆரம்பமாகின்றது. குடலைச் சிறுகுடல், பெருங்குடல் என வேறுபடுத்தலாம். சிறுகுடலில் மூன்று பிரிவினைகள் இருக்கின்றன.

சிறு குடலின் ஆரம்பப் பிரிவுக்கு ‘ முன் சிறுகுடல் ’ (duodenum) எனவும் நடுப்பாகத்திற்கு ‘ ஜெஜுனம் ’ (jejunum) எனவும், முடிவுப் பாகத்தை ‘ வளை குடல் ’ (Ileum) எனவும் கூறுகிறோம். இரைப்பைக்கும், முன் சிறுகுடலுக்கும் இடையே ஒரு ‘ பைலோரிக் வளைத்தசை ’ (pyloric sphincter), சுருங்கிய நிலையில் உள்ளது. உணவு, இரைப்பையிலிருந்து முன் சிறு குடலிற்குச் செலுத்தப்படும் சமயம் இது விரிவு கொடுத்து அனுமதிக்கின்றது. முன் சிறுகுடல் (duodenum) இரைப்பைக்குக் கீழே வளைவுபோல் அமைந்துள்ளது. இறந்த பின் ஜெஜுனம் உணவற்ற குழலாக இருக்கும். வளைகுடல்தான் சிறு குடலிலேயே நீண்டதொரு குழல். வளைகுடல் பெருங்குடலான ‘ கோலனில் ’ (colon) திறக்கின்றது. இவை இரண்டும் இணையுமிடத்தில் உருண்டையான ‘ சீகமும் ’ (caecum) அத்துடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும் குடல் வாலும் (appendix) இருக்கின்றன.

பெருங்குடல் 3 பிரிவுகளாக உள்ளது. ‘ஏறுகுடல்’ (ascending colon), குறுக்குக் குடல் (transverse colon), இறங்கு குடல் (descending colon). ‘ஏறு குடல்’ வயிற்றறையில் வலப்புறமாக மேல் நோக்கிச் சென்று உதரவிதானத்திற்குக் கீழே குறுக்குக் குடலாகச் சென்று வயிற்றறையின் இடப்புறமாகக் கீழ் நோக்கிச் செல்லும் இறங்கு குடலாக அமைந்துளது. ‘இறங்கு குடல்’ ‘மலக் குட’லாகத் தொடர்கிறது. ‘மலக்குடல்’ (rectum) குதம் (anus) வழியாக வெளியே திறக்கின்றது.

உணவுப் பாதையுடன் இணைந்து பல சீரணச் சுரப்பிகள் இருக்கின்றன. அவையாவன : ‘உமிழ் நீர்ச் சுரப்பிகள் (salivary glands), இரைப்பைச்சுரப்பிகள் (gastric glands), கல்லீரல் (liver), கணையம் (pancreas), சிறுகுடல் சுரப்பிகள் (intestinal glands) அவைகளினுல் வெளிப்படும் திரவங்களில் சீரண உப்புக்களான என்ஸைம்கள் இருப்பதால் சீரணம் நடைபெறுகிறது.

நாம் உட்கொள்ளும் உணவின் கூறுப் பொருள்களான புரதம், தரசம், கொழுப்புகள் முதலியன உணவுப் பாதையின் பல பாகங்

களான வாயறை, இரைப்பை, சிறுகுடல் முதலிய உறுப்புகளில் சீரண மாறுதல்களை ஏற்படுத்துகின்றன.

வாயறையில் சீரண மாறுதல்கள்

உணவு வாயின்வழியாக வாய்க்குழியை அடைந்தவுடன் இரு மாறுதல்கள் உண்டாகின்றன. அவையாவன: இயக்கமாற்றம் (mechanical change), வேதியியல் மாற்றம் (chemical change).

இயக்க மாற்றம்

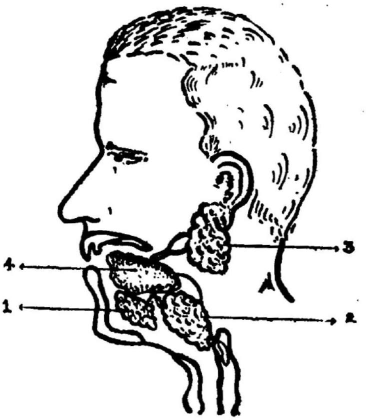
உணவு வாய்மூலம் வாயறையில் செலுத்தப்பட்டவுடன் கீழ்த்தாடை மேலும் கீழுமாக அசைவதால் கடின உணவுப் பொருள்கள் பற்களிடையே சிக்க, சிறுதுண்டுகளாக மாற்றப்பட்டு நன்கு அரைக்கப்படுகின்றன. உணவைப் பற்களுக்கிடையே தள்ள நாக்கு உதவுகின்றது.

வேதியியல் மாற்றம்

வாய்க் குழியுள்ளும் சில வழுவழுப்புப் பொருள் உண்டாக்கும் சிலேட்டுச் சுரப்பிகளும் (mucous glands), 'உமிழ் நீர்ச் சுரப்பிகளும்

படம் 1. உமிழ்நீர்ச் சுரப்பிகள்

1. நாவடிச் சுரப்பி
2. தாடைக்கீழ்ச் சுரப்பி
3. செவிக்கீழ்ச் சுரப்பி
4. நாக்கு



அவைகளின் சுரப்புத் திரவத்தைச் செலுத்துகின்றன. மனிதனின் வாயறையினுள் 'மூன்று ஜோடி' உமிழ் நீர்ச் சுரப்பிகள் (salivary glands) திறக்கின்றன. நாக்கின் அடியில் அமைந்திருக்கும் 'நாவடிச் சுரப்பி' (sublingual) என்ற குழல்மூலமும், தாடைக்குக் கீழே இருக்கும் 'மேலண்ணச் சுரப்பி' (submaxillary) என்ற குழல்

மூலமும் காதிற்குக் கீழே உள்ள 'செவிக் கீழ்ச் சுரப்பி' (parotid) என்ற குழல்மூலமும் உமிழ் நீரை வாயறையில் கொட்டுகின்றன.

உணவு வாயினுள் சென்ற உடனே, உணவின் ருசி நாக்கில் பட்ட உடனேயோ, உணவை நினைத்த உடனேயோ, உமிழ் நீர்ச்சுரப்பிகளிலிருந்து உமிழ் நீர் சுரக்கப்பட்டு வாயறையை அடைகின்றது. இந்நீர் உணவுடன் கலந்து அரைத்து உணவை மிருதுவாக்குகின்றது. 'சிலேட்டுமச் சுரப்பி' (mucous glands) வெளியிடும் வழு வழுப்புத் திரவம், வாயறையில் உணவு அசைவிற்கு எளிதாக்குகின்றது.

உமிழ் நீர் (Saliva)

சாதாரணமாக ஒரு மனிதனுக்கு ஒவ்வொரு நாளிலும் உமிழ் நீரானது ஒரு லிட்டர் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றது. உமிழ்நீரில் 99 சதவிகிதம் தண்ணீரும் 1 சதவிகிதம் உப்புக்களும் குறிப்பாக சோடியம் உப்புக்களும் இருப்பதால், உமிழ்நீர் குறைந்த காரத் தன்மை கொண்டு 7·2 ஹைட்ரஜன் அயனி அடர்த்தி கொண்டிருக்கிறது. அல்லது சமநிலையில் உள்ளது என்றே கூறலாம். உமிழ் நீரில் 'டையாலின்' (ptyalin) என்றும் 'மால்டேஸ்' (maltase) என்றும் இரு 'என்ஸைம்கள்' இருக்கின்றன. 'டையாலின்' நன்கு இயங்க அமிலத் தன்மை அவசியம். ஆனால் வாயறையில் காரத்தன்மை இருப்பதால் டையாலின் இயக்கம் குறைந்த அளவில் நடைபெறுகின்றது. டையாலின் 'எரித்ரோ டெக்ஸ்ட்ரின்' (erythro dextrine), 'அமிலோ டெக்ஸ்ட்ரின் (amylo dextrine), 'ஆர்க்கியோ டெக்ட்ஸ்ட்ரின்' (archaeo dextrine) என்ற மாவுப் பொருள்களைச் சிறிதளவு 'மால்டோஸ்' (maltose) எனப்படும் நடு நிலைப் பொருளாக மாற்றுகின்றது. டையாலின் நன்கு இயங்குவதற்குப் போதுமான அமிலத் தன்மை இரைப்பையில்தான் இருக்கிறது. இரைப்பைச் சுரப்பியிலுள்ள ஹைட்ரோக்ளோரிக் அமிலம், அமிலத் தன்மையை அளிப்பதால், டையாலின் வேலை, இரைப்பையை அடைந்த பின்னர், துரிதப்படுத்தப்படுகிறது. மால்டேஸ் என்ஸைம் மிகக் குறைந்த அளவில் மாவுப் பொருள்களை மால்டோஸ் எனும் நடுநிலைப் பொருள்களாக மாற்றுகின்றது.

இரைப்பையில் உணவு சீரணம்

(Change of food in the stomach)

இரைப்பையின் அமைப்பு

இரைப்பையானது உணவுப் பாதையில் பருத்த, பை போன்ற உறுப்பு. இது விரிந்து, சுருங்கும் தன்மை கொண்டது.

இதன் சுவரில் வெளிப்புறம் 'எபிதீலியமும்' (epithelium), அதன் உட்புறமாகத் தசைகளும், அதனின் உட்புறம் அடித்தளச் சிலேட்டுமப் படலமும் '(sub-mucous membrane) இரைப்பையின் உட்புறமாகச் சிலேட்டுமப் படலமும் (mucous membrane) அமைந்துள்ளன. இதில் குழல் போன்ற அமைப்புடைய இரைப்பைச் சுரப்பிகள் (gastric glands) இருக்கின்றன. அவை இரைப்பை நீரை (gastric juice) உற்பத்தி செய்கின்றன. இத் திரவம் 0·2 லிருந்து 0·5 சதவிகிதம் (பொதுவாக 0·4 சதவிகிதம்) ஹைட்ரோக்குளோரிக் அமிலம் கொண்டு இருப்பதால் இது அமிலத் தன்மை கொண்டிருக்கிறது. புரத உணவு இருக்கும் பொழுது இந்த அமிலம் pH1 வரை அடைகின்றது. இந்த உயர் அமிலத் தன்மை உயிரினங்களுக்குக் கெடுதல் விளைவிக்கும் இயல்பு கொண்டிருந்த போதிலும் சிலேட்டுமப் படலத்தில் உற்பத்தி செய்யப்படும் சளிப்பொருள்கள் உயிர்ச் செல்களை மூடிக் கொள்வதால் அவைகளை அமிலத்தின் அரிப்பு இயலிலிருந்து பாதுகாக்கிறது.

இரைப்பையில், உணவில் இருவகை மாறுதல்கள் ஏற்படுகின்றன. அதாவது இயக்கமாற்றம், வேதியியல் மாற்றம்; உமிழ் நீருடன் கலந்த உணவுப் பொருள்கள் அன்னக் குழல் வழியாக இரைப்பையை அடைந்தவுடன் இரைப்பைச் சுவர்த் தசைகள் சுருங்கி விடுவதால் உணவு நன்கு அரைக்கப்பட்டுக் கூழ்போன்ற 'இரைப்பைப் பாகாக' (chyme) மாற்றப்படுகிறது.

வாயறையில் நன்கு இயங்காத உமிழ்நீர்ச் சுரப்பியின் என்ஸைமான டையாலின் இரைப்பையை அடைந்தவுடன் அமிலத் தன்மையில், அதன் சீரண வேலையைத் துரிதமாக்குகிறது. நன்கு இயங்க டையாலினுக்கு pH 5 தேவை. டையாலின் கலந்த உணவு இரைப்பையை அடைந்ததும், ஹைட்ரோக்ளோரிக் அமிலம் தேவையான அமிலத்தன்மையை அளிக்கின்றது, ஆதலால் டையாலின் மீதியுள்ள மாவுப் பொருள்களை 'மால்டோஸாக' மாற்றுகின்றது. இரைப்பைநீர் அதிகம் சுரக்கவும் அமிலத்தன்மை கூடுதலடைந்து pH 3 ஆகும் தருணம் டையாலினின் சீரண மாற்றம் நின்றுவிடுகிறது.

வேதியியல் மாற்றம்

இரைப்பையில் உணவு சென்றவுடன் விரல் போன்ற நுண்ணிய இரைப்பைச் சுரப்பிகளிலிருந்து இரைப்பை நீர் சுரக்க ஆரம்பிக்கின்றது. இந்நீரில் மூன்று என்ஸைம்கள் இருக்கின்றன. 'பெப்ஸிநோஜன்' (pepsinogen), 'ரெனின்'

(renin), குடற்பை லிபேஸ்' (gastric lipase) இந்த மூன்று என்ஸைம்களும் அமிலத்தன்மையில்தான் இயங்கும். 'பெப்ஸி னோஜன்' தானாகவே இயங்கும் ஆற்றல் அற்றது. ஹைட்ரோ க்ளோரிக் அமிலத்தால் 'இயங்கா பெப்ஸினோஜன் இயங்கும் பெப்ஸினாக' துரிதப்படுத்தப்படுகிறது. இது pH 1·5 நிலையில் புரதப்பொருளை 'டைபெப்டைடு பெப்டோனாக' (dipeptide peptone) மாற்றுகிறது. இதன் இயக்கம் pH 3ல் குறைந்து pH4ல் நின்றுவிடுகிறது

ரெனின் பாலின் புரதப்பொருளை மாற்றும் இயல்பு கொண்டது. பாலில், 'கேஸினோஜன்' (caesenogen) எனும் கரைநிலைப் புரதம் இருக்கின்றது. ரெனின் கேஸினோஜனைக் கரையாப் பொருளான கேஸினாக (caesine) மாற்றுகிறது. இம்முறை பால் தயிராகும் தன்மையைப் போன்றது. மாற்றம் பெற்ற கேஸின் கால்ஸியம் உப்புக்கள் உதவியால் ஹைட்ரோக்ளோரைடாக மாற்றப்பட்டுச் சீரணத்திற்கு உகந்த நிலையடைகிறது.

இரைப்பை லிபேஸ் எனும் என்ஸைம் கொழுப்பு உணவில் சிறிதளவு இயக்கம் நடத்துகிறது. அதைக் கொழுப்பு அமில மாகவும், கிளிசிராலாகவும் மாற்றுகிறது.

இரைப்பையினுள் உணவுப் பொருள்கள் 4 லிருந்து 5 மணி நேரம்வரை தங்கிச் சீரணமாறுதலடைந்து முன்சிறு குடலிற்குள் செலுத்தப்படுகின்றன. இரைப்பையில் ஓர் உணவுப் பொருளும் கடை நிலையை அடையாமையால், எப்பொருளும் உட்கவரப் படுவதில்லை (absorption). ஆனால் குடற்பைச் சுவரின் மூலம் B_1, வைட்டமினும், சாராயப் பொருள்களும் இரத்தக் குழலுக்குள் உட் கவரப்படுகின்றன.

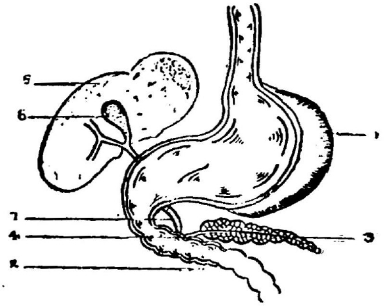
முன் சிறுகுடலில் உணவு மாற்றம்
(Changes of food in the duodenum)

டியோடினம் எனும் முன்சிறுகுடல், சிறு குடலின் ஆரம்ப பாக மாகும். இது இரைப்பையின் கீழ்ப்புறமாக வளைந்து அமைந் துள்ளது. இதனுள் கணையச் சுரப்பிக் குழலும், பித்தக் குழலும் திறக்கின்றன.

கணையம் (Pancreas)

இச் சீரணச் சுரப்பி 6 அங்குல நீளம் கொண்டு இரைப் பைக்கும், முன் சிறுகுடலுக்கும் நடுவே அமைந்துள்ளது. இது நாளமில்லாச் சுரப்பியாகவும் (endocrine glands), நாளமுள்ள

சுரப்பியாகவும் (exocrine glands) இயங்குகிறது. கணையத்திலிருந்து சுரக்கும் கணையநீர் (pancreatic juice) கணையக் குழல் (pancratic educt) வழியாக முன் சிறு குடலுக்குள் செலுத்தப்



படம் 2. முன் சிறுகுடலில் உணவு சீரணம்

1. இரைப்பை
2. முன் சிறுகுடல்
3. கணையம்
4. கணையக்குழல்
5. கல்லீரல்
6. பித்தப்பை
7. பித்தநீர்க் குழல்

படுகிறது இதில் அதிக அளவில் தண்ணீரும், சிறிதளவு பாஸ்பேட் கார்பனேட் உப்புக்களும் இருப்பதால் இதன் pH9 ஆகக் காரத்தன்மை கொண்டது. இக் காரத் தன்மை ஆரம்பத்தில் இரைப்பைப் பாகின் அமிலத்தன்மையை முறிக்க உதவுகிறது.

கணைய நீரில் ட்ரிப்ஸின் (trypsin), அமிலாப்சின் (amy'opsin) எனப்படும், கணைய அமிலேஸ், (pancreatic amylase), ஸ்டியாப்சின் (steapsin) எனப்படும் கணையலிபேஸ் (pancreatic lipase) போன்ற மூவகை என்ஸைம்கள் உள்ளன.

ட்ரிப்ஸின் எனும் என்ஸைம் அந்த நிலையிலேயே காணப்படுவதில்லை. கணைய நீரில் ட்ரிப்ஸினோஜன் (trypsinogen) எனும் இயங்கா என்ஸைமானது, குடல் நீர்ச் சுரப்பியிலுள்ள என்டிரோகைனேஸ் (enterokinase) எனும் துணை என்ஸைமினால் (co enzyme) ட்ரிப்ஸினாகத் துரிதப்படுத்தப்படுகிறது. ட்ரிப்ஸின் ஒரு தனிப்பட்ட என்ஸைமல்ல. அதில் கார்பாக்ஸி பெப்டிடேஸ் (carboxy peptidase) எனும் உப என்ஸைம் (sub enzyme) இருக்கின்றது. இவை புரதப் பொருள்களில் சீரணமாறுதல்கள் ஏற்படுத்துகின்றன. கார்பாக்ஸி பெப்டிடேஸ் என்ஸைம் புரதத்திலிருக்கும் கார்பாக்ஸில் தொகுப்பைப் பாதித்துப் பின்னர், பாலிபெப்டைட் புரதத்தை 'டைபெப்டைட் பெப்டோனாக' மாற்றுகிறது.

அமிலாப்ஸின் அல்லது கணைய அமிலேஸ் என்ஸைமானது, பாலி சாக்கரைட் வகை தரசப் பொருள்களை டைசாக்கரைட் இனமாக மாற்றியமைக்கின்றது.

ஸ்டியாப்ஸின் எனும் கணையலிபேஸ் என்ஸைம் கொழுப்புப் பொருள்களைக் கொழுப்பு அமிலமாகவும் கிளைசிராலாகவும் சீரணிக்கிறது. கிளைசிராலின் கூட்டணுக்களும் தண்ணீர்க் கூட்டணுக்களும் இணைக்கப்பட்டு 'பால்மமாக' (emulsion) மாற்றப்படுகின்றன. இம்முறைக்குக் 'கொழுப்பின் பால்ம மாற்றம்' (emulsification-of fat) எனப் பெயர்

கல்லீரல் (liver)

கல்லீரல் மனித உடம்பில் இருப்பதிலேயே மிகப்பெரியதொரு சீரணச் சுரப்பி. இது உதரவிதானத்தின் கீழ்ப்புறமாக வயிற்றறையின் வலப் பக்கத்தில் அமைந்திருக்கிறது. கல்லீரல் கரும் சிவப்பு நிறத்தில் பெரும் பிரிவினைகள் கொண்டு. சுமார் 2 கிலோ கிராம் நிறை கொண்டுமிருக்கிறது. பெரும் பிரிவினை பாகங்களுக்குள் ஒரு பச்சை மஞ்சள் கலந்த நிறம் கொண்ட பித்தப்பை (gall bladder) இருக்கிறது. கல்லீரல், கல்லீரல் செல்களால் ஆனது. அவை பித்த நீரைச் சுரக்கின்றன. பித்தநீர் நுண்குழல்கள்மூலம் எடுத்துச்செல்லப்பட்டுப் பித்தக் குழல்கள் வழியாக (bile duct) பித்தப்பையில் சேமித்து வைக்கப்பட்டு அதிலிருந்து பித்தக் குழல்மூலம் முன் சிறு குடலுக்குள் செலுத்தப்படுகின்றன்.

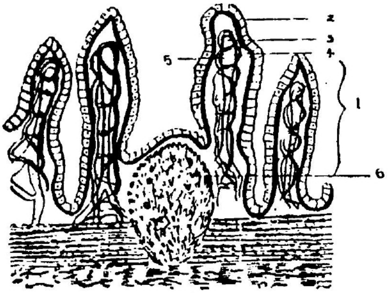
பித்த நீரானது (bile juice) தங்கநிறம் கொண்ட கசப்பு ருசியுள்ள திரவம். அதில் 82 சதவிகிதம் தண்ணீரும், மற்ற 18 சதவிகிதம் 'அங்கக, அனங்கக உப்புக்களும்' (organic, inorganic salts) 'குளோரஸ்டிரால்' (cholesterol) எனும் கொழுப்புப் பொருளும் உள்ளன. பித்தநீருக்கு 'பைலி ரூபின்' (bili rubin) 'பைலி விர்டின்' (bili v'rdin) எனும் நிறமிகள் தங்கநிறத்தைக் கொடுக்கின்றன.

பித்தநீரில் காரத்தன்மையுடைய பித்த நீர் உப்புக்கள் (bile-salts) இருப்பதால் இத்திரவம் 8லிருந்து 8·2 pH வரை காரத்தன்மை கொண்டிருக்கிறது. பித்தநீரில் எவ்வித என்ஸைமும் கிடையாது. ஆனால், கல்லீரலில் உள்ள உப்புக்கள் கொழுப்புக்களுடன் இணைந்து, கொழுப்புப் பதார்த்தங்களைக் கரைந்த நிலையில் உட்கவரும் நிலையில் சோப்புப் போன்ற பொருளாக மாற்ற உதவுகின்றன.

சிறுகுடலுள் உணவு மாற்றம்
(Changes of food in Ileum)

சிறு குடலில் வெளிச்சுவராக ஒரு எபிதீலியமும், அதன் உள்புறமாகத் தசைகளும், அதனிலும் உள்ளாக அடித்தள

சிலேட்டுமப்படலமும், உள் சுவராக சிலேட்டுமப்படலமும் அமைந்திருக்கின்றன. சிலேட்டுமப் படலத்தில் நிரந்தர நுண்மயிர் போன்ற குடல் உறிஞ்சிகள் (villi) இருக்கின்றன. ஒவ்வோர்



படம் 3.
குடலுறிஞ்சியின் அமைப்பு

1. குடலுறிஞ்சி
2. உட்சுவரும் எபிதீலியம்
3. நுண் மணிகள்
4. நுண் சிறைகள்
5. குடற்பால் குழல்கள்
6. சிறுகுடல் சுரப்பிகள்

உறிஞ்சியும் 0·5-0·7 மி. மீ. நீளம் கொண்டது. அதன் வெளிப் புறச்சுவராக உட்கவரும் எபிதீலியம் (absorptive epithelium) இருக்கிறது. குடல் உறிஞ்சியினுள் நிண நீர் நுண்குழல்களான (lymph vessels) குடற்பால் குழல்களும், (lacteals) இரத்தத்தந்துக் களும் (blood capillaries) வலைபோன்று பின்னிக்கிடக்கின்றன.

சிறு குடலில் லீபர்கன் சுரப்பிகள் (glands of lieberkuhn) எனும் குடற் சுரப்பிகள் உள்ளன. இந்தக் குடற்சுரப்பிகள் குடல் நீரைச் சுரக்கின்றன. இச்சுரப்புநீர் pH 7·8 கொண்டிருப்பதால் காரத்தன்மை யுடையதாக இருக்கிறது.

சிறு குடலில் வந்தடையும் உணவு கூழ்போன்று இருப்பதால் இதற்குக் குடற்பாகு (chyle) எனப் பெயர். இதில் புரதம், தரசம், கொழுப்புப் பொருள்கள் அனைத்தும் சீரணமடைந்து, டைபெப் டைடு, மால்டோஸ், கொழுப்பு அமிலம், கிளிசிரால்களும் சீரண நடு நிலைப்பொருள்களாக மாற்றப்பெற்றிருக்கின்றன. இந்நீரில் ‘ என்டிரோகைனேஸ் (enterokinase) எரிப்ஸின் (erepsin), மால் டேஸ் (maltase), சுக்ரேஸ் (sucrase), லாக்டேஸ் (lactase) எனும் என்ஸைம்கள் இருக்கின்றன. இந்த என்ஸைம்கள் காரத்தன்மை யில்தான் இயங்கும் இயல்புடையவையாகும்.

என்டிரோகைனேஸ் என்ஸைம், ஒரு துணை என்ஸைம் (co-enzyme). இது கணைய நீரிலுள்ள இயங்கா ட்ரிப்ஸினோஜனை இயங்கும் ட்ரிப்ஸினாகத் துரிதப்படுத்த உதவுகின்றது.

எரிப்ஸின் எனும் என்ஸைம் பல துணை என்ஸைம்கள் கொண்டது. எவ்வளவு வகைத் துணை என்ஸைம்கள் எரிப்ஸினில் உள்ளன என்பது தெளிவுறக் கணிக்கப்படவில்லை. அதில் கார்பாக்ஸி பெப்டிடேஸும், அமினோபெப்டிடேஸும் முக்கியமாக உள்ளன. கார்பாக்ஸி பெப்டிடேஸ், பாலி பெப்டைடு புரதத்தை டை பெப்டைடாகவும், அமினோ பெப்டிடேஸ், டை பெப்டைட் புரதங்களை அமினோ அமிலமாகவும் மாற்றுகிறது.

சுக்ரேஸ் எனும் என்ஸைம் கரும்புச் சர்க்கரை சுக்ரோஸைக் குளுகோஸாக மாற்றி யமைக்கிறது.

லாக்டேஸ் எனும் என்ஸைம் பால் சர்க்கரை லாக்டோஸை குளுகோஸாக மாற்றுகிறது.

ஃப்ரக்டேஸ் எனும் என்ஸைம் பழச்சர்க்கரை ஃப்ரக்டோஸை குளுகோஸாக மாற்றுகிறது.

உட்கவர்தல் (Absorption)

சிறு குடலில் எல்லா உணவுப்பொருள்களும் சீரணத்தின் கடை நிலைப்பொருள்களாக மாற்றப்படுகின்றன. புரதம் அமினோ அமிலமாகவும், மாவுப்பொருள் குளுகோஸாகவும், கொழுப்பு கிளிசரால் கொழுப்பு அமிலமாகவும் மாற்றப்பட்டு இவை எளிதாக உட்கவரும் நிலையில் இருக்கின்றன.

அமினோ அமிலமும், குளுகோஸும் குடல் உறிஞ்சிகளின் சிலேட்டுமப்படலத்தின் வழியாகச் சென்று, இரத்தத் தந்துகிகளை அடைகின்றன. இரத்தத்துடன் இப்பொருள்கள் உடல் முழுவதும் எடுத்துச்செல்லப்பட்டுச் சிறிதளவு அமினோ அமிலம் திசுக்களில் உயிர் சத்துப்பொருளான புரோடோப்ளாசமாக மாற்றப்படுகிறது. தேவைக்கு மிகுதியான அமினோ அமிலம் வளர்சிதை மாறுதல் அடைந்து, சிறுநீர் உப்பாகவும் தண்ணீராகவும் மாற்றப்பட்டு உடலிலிருந்து கழிவுப்பொருள்களாக அகற்றப்படுகின்றன.

இரத்தத்தில் கலத்த குளுகோஸ் க்ளைகோஜனாக (glycogen) மாற்றப்படுகிறது. இரத்தத்தில் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு க்ளைகோஜன்தான் இருக்கமுடியும். கூடுதலான க்ளுகோஸ் கல்லீரலுக்கும் தசைகளுக்கும் எடுத்துச்செல்லப்பட்டுச் சேமிக்கப்படுகின்றது. சீரணித்த கொழுப்புப் பொருள்கள் சிலேட்டுமப்படலத்தின்வழியாக ஊடுருவிச் சென்று குடற்பால் குழல்களுக்குள் இழுக்கப்படுகிறது. குடற்பால் குழல்களிலிருந்து கொழுப்புப் பொருள்கள் நிண நீர்க் குழல்களுக்கு எடுத்துச்செல்லப்பட்டு, இடக்

கழுத்துச் சிரையிலுள்ள இரத்தத்துடன் சேருகின்றது. இது இரத்தத்தின்மூலம் உடல் முழுவதும் சென்று கூடுதலான கொழுப்புப் பொருள்கள் உடலினுள் அமைந்திருக்கும் பல் வேறு உறுப்புகளைச் சுற்றிலும் தோலுக்குக் கீழாகவும் அடிபோஸ் (adipose) திசுவாகச் சேமித்து வைக்கப்படுகிறது.

பிராணிகளில் சீரணம்

தாவரப் பொருளையும் ஊன் பொருளையும் உட்கொள்ளும் சர்வ உண்ணிகளான மனித உடலில் நடக்கும் சீரண மாறுதல்களை முன்தொகுப்பில் பார்த்தோம்.

சர்வ உண்ணிகளின் உணவு, புரதமும் தரசப் பொருள்களும் கொண்டவையாகையால் புரத சீரண என்ஸைம்களும், தரச சீரண என்ஸைம்களும் சீரணச் சுரப்பிகளில் உற்பத்தி செய்யப் படுகின்றன. ஊன் உண்ணிகளில் உணவு, மாமிசப் பொருளான புரத வகையைமட்டும் சார்ந்திருப்பதால், இப்பிராணிகளின் சீரணச் சுரப்பிகளில் புரத சீரண என்ஸைம்கள்தாம் அதிகமாக இருக்கின்றன. தாவர உணவு உண்ணிகளின் உணவில் முக்கிய மாகத் தரசப் பொருள்கள்தாம் இருப்பதால் அவைகளின் சீரணச் சுரப்பிகளில் தரசப் பொருள் சீரண என்ஸைம்கள் அதிகமாக உள்ளன.

ஊன் உண்ணிகள் குறைந்த அளவு உணவை உட்கொள் கின்றன. தாவர உணவு உண்ணிகள் அதிக அளவு உள்ள உணவை உட்கொள்கின்றன. இக்காரணத்தால், தாவர உணவு உண்ணிகளில் உணவுப் பாதை மிக நீளமாகவும் வயிறு பருத்து மிருக்கிறது. ஊன் உண்ணிகளின் உணவுப் பாதை நீளம் குறைந்தும், வயிறு சிறுத்தும் இருக்கிறது.

தாவர உணவைமட்டும் உட்கொள்ளும் ஆடு, மாடு போன்ற பிராணிகளின் உணவானது தாவர செல்களாலாகியது. செல்லின் சுவர் செல்லுலோஸ் (cellulose) எனும் சிக்கலான தரசப் பொரு ளால் கடினப்படுத்தப்பட்டிருக்கிறது. செல்லுலோஸ் சாதாரண தரசப் பொருள் சீரணிக்கும் என்ஸைமினுல் பாதிக்கப்படுவதில்லை. செல்லுலோஸைச் சீரணிக்கவேண்டுமானுல் அவை எளிய பொரு ளாக முதலில் சிதைக்கப்படவேண்டும். இவ்வேலையைச் செய்யக் கால்நடைகளின் இரைப்பையில் சில நன்மை இயக்கும் பாக்டீரி யாக்கள் இருக்கின்றன. இவை செல்லுலோஸை சாதாரண பாலி சாக்கரைடாக மாற்ற, அது மாவுப்பொருள் சீரண என்ஸை மினுல் சீரணிக்கும் நிலையை அடைகின்றது.

கப்பற் புழு (teredo), கறையான் போன்ற தாவர உண்ணி களின் உணவு அதிக செல்லுலோஸ் கொண்டது இந்த செல்லுலோஸை நேரடியாகச் சீரணிக்க இப்பிராணிகளின் உணவுப் பாதையில் 'செல்லுலேஸ்' (cellulase) எனும் ஒரு விசேட என்ஸைம் உள்ளது.

சர்வ உண்ணிகளின் உணவில் அதிகக் கணக்கில் தரசப் பொருள்களும், மிகச் சிறிய அளவு புரதப் பொருள்களும் உள்ளன. புரதம் உடல் வளர்ச்சிக்கு இன்றியமையாத ஒன்று. எனவே, இப்பிராணிகள் தங்களுக்குத் தேவையான புரதத்தைத் தங்கள் உடலிலேயே உண்டாக்கிக்கொள்கின்றன. இப்பிராணிகளின் இரைப்பையில் பாக்டீரியாக்கள் அடங்கியுள்ளன. இவ்வுயிரினங்கள் இயக்கம்மூலம் கிடைக்கும் நைட்ரஜன் தரசப் பொருளுடன் இணைந்து தேவையான புரத உணவாக மாற்றுகின்றன.

தொகுப்பு 4

என்ஸைம்கள்

(Enzymes)

என்ஸைம் எனப்படும் 'அங்ககப் பொருள்' (organic substance) உடலினுள் உண்டாக்கப்படும் ஒன்றாகும். இது சீரணச் சுரப்பிகளிலும் உடம்பின் மற்ற அமைப்புகளான இரத்தம், செல் முதலியவற்றுள்ளும் இருக்கின்றது. முதன் முதலாக கிர்ஷாவ் (Kirchhoff) என்பவர் 1814ஆம் ஆண்டு பார்லியிலிருந்து எடுக்கப் பட்ட ஒரு பொருளானது மாவுப் பொருளுடன் கலந்தால் சர்க்கரைப் பொருளாக மாறும் தன்மையினைக் கண்டுபிடித்தார். இதன் பின்னர்த் தாவரங்கள் பிராணிகளின் திசுக்களிலிருந்து சேகரிக்கப் பட்ட சில பொருள்கள் புரதம், கொழுப்பு, தரசப் பொருள்களில் 'வேதியியல் மாற்றம்' (chemical change) ஏற்படுத்தும் தன்மை கொண்டவை எனச் சோதனைமூலம் தெளிவுபடுத்தப்பட்டன. இவ்வகைப் பொருள்களைத்தான் 'என்ஸைம்கள்' எனக் கூறு கிறோம்.

என்ஸைம் எனப்படுவது அதிக மூலக்கூறு எடையளவு (moleculur weight) கொண்ட அங்ககச் சேர்மப் பொருளாகும். (organic compounds). இது உயிரினங்களின் உடலினுள் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றது. இது இரண்டு வெவ்வேறு பொருளடங்கிய 'கொல்லாய்டு' (colloid) இனத்தைச் சார்ந்தது. இவ்விரு பொருள் களில் ஒன்று நைட்ரஜன் ஆகையால் என்ஸைம் புரத இனத்தைச்

சார்ந்தது. ஒரு என்ஸைமில் சில துணை என்ஸைம்களும் இருக்கலாம். நைட்ரஜனின் பணியானது மாறுதல் நடக்க வேண்டிய பொருளைத் துணை என்ஸைமுடன் இணையச் செய்வதே. உயிரினத்தின் செல்கள் என்ஸைமை உற்பத்தி செய்கின்றன. செல்லினுள் உற்பத்தியாகும் என்ஸைமுக்கு 'செல் உள் என்ஸைம்' (intra cellular enzyme) செல்லின் வெளிச்சுவர்மூலம் வெளிப்படும் என்ஸைமுக்கு 'செல்வெளி என்ஸைம்' (extra cellular enzyme) என்றும் விரிவுபடுத்துகிறோம். ஒரு என்ஸைமில் ஒரே பொருளோ அல்லது பல சிறு என்ஸைம் கூட்டமோ இருக்கலாம். உதாரணமாக எரிப்சின் என்ஸைமில் கார்பாக்ஸி பெப்டிடேஸ், அமினோ பெப்டிடேஸ் எனும் என்ஸைம் கூறுகள் இருக்கின்றன.

தன் வேதியியலமைப்பில் மாறுதலுண்டாகாமலேயே தன் சுற்றுப் புறப்பொருள்களில் வேதியியல் மாற்றத்தை ஏற்படுத்துவதால் என்ஸைமை 'கிரியா ஊக்கி' (catalyst) எனக் கூறலாம். இது உயிரினங்களில் இயங்குவதால் என்ஸைமை உயிரினக் கிரியா ஊக்கி என்று கூறலாம். என்ஸைமானது நன்கு இயங்கத் தண்ணீர் மிகவும் அவசியம். இதற்குக் கீழ்க்கண்ட வேதியியல் உயிரினக் குணாதிசயங்கள் உள்ளன.

1. கரை நிலை (Solubility)

சில என்ஸைம்கள் தண்ணீரிலும், சில என்ஸைம்கள் கிளிசிரால், சாராயப் பொருள் முதலியவற்றிலும் கரையக்கூடும்.

2. குறிப்பிட்ட இயக்கத் தன்மை (Specificity)

ஒவ்வொரு என்ஸைமும் குறிப்பிட்ட உணவுப் பொருளில் தான் மாறுதல் ஏற்படுத்தும் தன்மைகொண்டது. புரத சீரண என்ஸைமான பெப்சின், ரெனின், எரிப்சின், ட்ரிப்சின் முதலியன புரத்தைத்தான் மாற்றுமேதவிரத் தரசத்திலும், கொழுப்பிலும் ஒரு வித மாறுதலையும் உண்டாக்க இயலாது. இதுபோலவே தரச சீரண என்ஸைமான அமிலேஸ், மால்டேஸ் முதலியன தரசத்தில் தான் இயங்குமே தவிர, புரதத்திலும் கொழுப்பிலும் மாற்ற இயலாது.

3. கிரியா ஊக்கம்

என்ஸைமானது கிரியா ஊக்கியாக இயங்குவதால் சிறிதளவிலும் தொடர்மாறுதல்களை ஏற்படுத்தும் தன்மை கொண்டது.

4. மாற்றத் தன்மை

அதன் சுற்றுப்புறப் பொருளில் என்ஸைமானது ஆக்ஸிகரணம்' (oxidation) மூலமாகவோ 'நீர்ச்சிதைவு' (hydrolysis)

வழியாகவோ 'ஆக்ஸிஜன் நீக்கம்' (reduction) மூலமாகவோ வேதியியல் மாற்றத்தை ஏற்படுத்துகின்றது.

5. வெப்ப நிலை

சரிவர இயங்க என்ஸைமுக்கு ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலை அவசியம். நன்கு இயங்குவதற்கு வெப்பநிலை 35°Cயிலிருந்து 40°C வரை இருக்கவேண்டும். சரியான உடல் வெப்பநிலையே என்ஸைம் மிக நன்ருக இயங்கும் வெப்பநிலையாகும். அதிக வெப்பத்தினுலோ மிக்க தட்பத்தினுலோ என்ஸைமில் நைட்ரஜன் பாகம் பிரிவுபடுவதால் என்ஸைமின் ரசாயன அமைப்பிற்கும் சூழ்நிலைப் பொருளுக்கும் உள்ள தொடர்பில் தடங்கல் ஏற்பட்டு எனஸைம் செயலற்று விடுகிறது.

6. என்ஸைம் சரிவர இயங்குவதற்கேற்பக் குறிப்பிட்ட ஹைட்ரஜன் அயனி அடர்த்தி இருக்கவேண்டும். சில என்ஸைம்கள் அமிலத்தன்மையிலும், சில காரத்தன்மையிலுந்தான் இயங்கும். அதிலும் குறிப்பிட்ட pH இருந்தால்தான் இயக்கம் பூரணமாக இருக்கும். pH குறைந்தோ கூடுதலாகவோ இருந்தால் இயக்கம் தாமதமாக்கப்பட்டோ நின்றே விடுகிறது. பெப்சின் 1·8 pH நிலையிலும், ட்ரிப்ஸின், எரிப்ஸின் முதலியன 7·8 pH நிலையிலும் நன்கு இயங்குகின்றன.

7. சிறிதளவு என்ஸைமும் அதிக அளவுள்ள பொருள்களில் கிரியா ஊக்கத்தால் பெரும் வேதியியல் மாற்றத்தை ஏற்படுத்தும் வன்மை கொண்டது. எவ்வளவுக்கெவ்வளவு பொருளுடன் தொடர்பு அதிகரிக்கிறதோ அவ்வளவுக்கவ்வளவு என்ஸைம் வேலை கூடுதலடைகிறது.

8. ஒவ்வொரு என்ஸைமும் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவில்தான் இருக்கவேண்டும். என்ஸைமின் அளவு கூடுதலடைந்தால் வேதியியல் மாற்றம் திருப்பப்படுகிறது.

9. சில என்ஸைம்கள் தாங்களாகவே மாற்றத்தை ஏற்படுத்துகின்றன. எனினும் சில என்ஸைம்கள் இயங்கவேண்டுமானுல் அவைகளுக்குத் துணையாக என்ஸைமில் தூண்டுகோல் தேவை. உதாரணமாகக் கணையநீர் ட்ரிப்ஸிஞேஜன் இயங்கும் தன்மை அற்றது. அது குடற்சுரப்பி என்டிரோகைனீஸ் எனும் துணை என்ஸைமினுல் ட்ரிப்ஸினுகத் தூண்டப்பட்டால்தான் புரத உணவில் சீரணமாறுதலை அதனுல்தான் ஏற்படுத்தமுடியும்.

என்ஸைமின் இயக்கம் தங்கம், பாதரஸம் முதலிய உலோகங்களின் உப்புக்களால் தாமதிக்கப்பட்டோ அல்லது முழுவதும் நின்றே விடுகிறது.

என்ஸைமின் பாகுபாடு
(Classification of Enzymes)

கரையும் தன்மை, வேதியியல் மாற்றம், சூழ்நிலைப் பொருளில் உண்டாகும் மாற்றம் முதலியவற்றை மேற்கொண்டு என்ஸைம் களை நாம் பிரிவுபடுத்தலாம்.

கரையும் தன்மை

கரையும் தன்மையைக் கொண்டு என்ஸைம்களை ஹைட்ரோ என்ஸைம்கள் (hydro enzymes) என்றும், டெஸ்மோ என்ஸைம் கள் (desmo enzymes) என்றும் பிரிவுபடுத்தலாம். ஹைட்ரோ என்ஸைம்கள் தண்ணீரில் எளிதாகக் கரையக் கூடியவை. டெஸ்மோ என்ஸைம்கள் அவ்வளவு எளிதாகக் கரையக்கூடியவை அல்ல.

வேதியியல் அமைப்பு

என்ஸைம் ஏற்படுத்தும் வேதியியல் மாற்றத்தை அடிப் படையாகக் கொண்டு அவைகளை 3 வகைகளாக வகுக்கலாம். 'ஆக்ஸிடேஸஸ்' (oxidases) எனும் பிரிவு என்ஸைம்கள் ஆக்ஸி கரணத்தின்மூலம் இரசாயன மாற்றத்தைச் சுற்றுப் பொருளில் ஏற்படுத்துகின்றன. 'ஹைட்ரோலேசஸ்' (hydrolases) எனும் பிரிவு என்ஸைம்கள் நீர்ச்சிதைவுமூலம் சுற்றுப் புறப் பொருளில் மாறுதல் உண்டாக்குகின்றன. 'ரிடக்டேசஸ்' (reductases) எனும் பிரிவிலுள்ள என்ஸைம்கள் சுற்றுப் பொருளில் உள்ள ஆக்ஸிஜனை நீக்கி வேதியியல் மாற்றம் செய்கின்றன.

சுற்றுப்புறப் பொருள் தன்மை

மாற்றமடையும் பொருளைக் கொண்டு என்ஸைம்களை 3 இனங்களாகப் பிரிக்கலாம். எப்பொருளில் மாற்றம் ஏற்படுத்து கின்றதோ அப் பொருளின் பெயருக்குப் பின்னால் 'ஏஸ்' (ase) எனும் எழுத்தைச் சேர்த்து அந்த என்ஸைமைக் குறிப்பிடு கிறோம். புரதப் பொருளான புரோடீனைச் சீரணிக்கும் என்ஸைமை 'புரோடினேஸ்' என்றும், தரசப் பொருளான 'அமைலம்' தொகுப்புப் பொருளில் சீரணமாறுதல் ஏற்படுத்தும் என்ஸைமை 'அமைலேஸ்' (amylase) என்றும் லிபிட் எனும் கொழுப்புப் பொருளை மாற்றும் ஆற்றலுள்ள என்ஸைம்களை 'லிபேஸ்' (lipase) என்றும் பிரிவுபடுத்தலாம்.

சீரண மாற்றத்தில் என்ஸைம்களின் இயக்கங்களைத் தெரிந்துகொண்டோம். என்ஸைம் எனப்படுவது சீரணச் சுரப்பி நீர்களில்தானிருக்கிறது என்பது இல்லை. சீரண

என்ஸைம்கள் தவிர, உணவுப் பாதையின் வெளியே மற்ற உறுப்புக்களின் செல்லினுள்ளும், இரத்தத்திலும், வைட்டமின் களிலும்கூட என்ஸைம்கள் உள்ளன. இரத்தத்திலும், த்ராம்போகைனேஸ் (thrombokinase) எனும் என்ஸைம் இருக்கின்றது. அது இரத்தம் உறைய உதவுகின்றது. கார்பானிக் அன்ஹைட்ரேஸ் (carbonic anhydrase) எனும் என்ஸைம் கரிய மிலவாயுவை (carbon-di-oxide) இரத்தத்தில் எடுத்துச்செல்லும் மாற்றத்திற்குப் பயன்படுகிறது. மிட்டோ காண்ட்ரியா (mitochondria) வில் 'சிட்ரிக் அமிலச் சுழல்' (citric acid cycle) நிகழ்ச்சி ஏற்படுத்தச் சில துணை என்ஸைம்கள் உதவுகின்றன. லூஸிபொரேஸ் என்ற என்ஸைம் மின்மினிப் பூச்சியில் உயிர் ஒளி உண்டாக்குகின்றன. என்ஸைம்கள் ஹைட்ரஜன் கொண்ட, அதிக மூலக் கூறு கொண்ட அங்ககச் சேர்மப் பொருள்களாகும். இவை உயிரின உடலில் உயிர் வேதியியல் (biochemical) மாற்றம் ஏற்படுத்துவதால் வளர்சிதை மாற்றங்களையும், வளர்ச்சியையும் நிர்ணயிக்கின்றன.

தொகுப்பு 5

வைட்டமின்கள்

(Vitamins)

வைட்டமின்கள் எனப்படுவது அங்ககப் பொருளாலான மிகவும் முக்கியமானதொரு உணவுப் பொருளாகும் அவை இயற்கை உணவில் நுண்ணிய அளவில் இருக்கின்றன. தாவரப் பார்த்தங்களில் வைட்டமின்கள் அதிகமாகவும், ஊன் உணவில் அவை மிகக் குறைந்த அளவிலும் இருக்கின்றன. விஞ்ஞான முறையில் இயலாவிடினும் அவைகளின் தன்மையைப் பல நூற்றுண்டுகளுக்கு முன்பே அறிந்திருந்தனர். ஆட்டின் கல்லீரலை உட்கொண்டால் தலைவழுக்கை குணமாகும் என்பதை எகிப்தியர் கள் பண்டைக் காலத்திலேயே தெரிந்துகொண்டிருந்தனர். கேப்டன் குக் (Captain Cook) 1772 ஆம் ஆண்டு கடல் பிரயாணம் ஆரம்பித்து, தொடர்ந்து 3 ஆண்டுகள் பிரயாணம் செய்து கப்பல் மாலுமிகளுக்குத் தாராளமாகப் பழங்களைக் கொடுத்து 'ஸ்கர்வி' (scurvy) எனும் குறைநோயிலிருந்து காப்பாற்றிவந்தார்.

1795ஆம் ஆண்டிலேயே ஆங்கிலேயக் கப்பற்படை மாலுமி களுக்கு எலுமிச்சைப் பழங்களைக் கொடுப்பதன்மூலம் ஸ்கர் வியைத் தடுத்தனர். ஜப்பானியரின் அடிப்படை உணவு அரிசிச்

சத்து அற்ற அரிசி உணவு. பெரிபெரி எனும் குறை நோயைப் தோற்றுவிக்கச் செய்தது. 1884ஆம் ஆண்டில் அரிசியின் தரத்தை உயர்த்தி நல்ல அரிசி உணவு கொடுப்பதின் மூலம், ஜப்பானிய மாலுமிகளுக்கு இக்குறை நோயைக் குணப்படுத்தினர். மேற் கூறிய நோய்கள் வைட்டமின் குறைவினுல் ஏற்படுகின்றன என்று தற்காலத்தில் தெரிந்துகொள்கிறோம். எனினும் இந்நோய் களுக்கும் உணவுப் பொருள்களுக்கும் ஏதோ ஒரு தொடர்பு இருக் கிறது என்று பண்டைக்காலத்தில் நடை முறையில் தெரிந்து கொண்டிருந்தனர். விஞ்ஞான முறையில் ஆய்வு மூலம் 1897-ஆம் ஆண்டு எஜ்க்மான் (Eijkman) எனும் டச்சு தேசத்தவர் முதன் முதலாக வைட்டமினின் முக்கியத்துவத்தைக் கண்டறிந்தார். இயந்திரக் குத்தல் அரிசியைப் புருக்களுக்கு உணவாகக் கொடுத்த பொழுது 2, 3 வாரங்களில் அவைகளுக்குச் சில நோய்க் குறிகள் தென்பட்டன. பின்னர்க் கைக்குத்தலரிசியை உணவாகக் கொடுத்த பொழுது, அவ்வறிகுறிகள் அறவே மறைந்தன. இக்குறைநோய் 1897-ஆல் கண்டறிந்தபொழுதிலும், 1911-இம் ஆண்டுதான் ஃபன்க் (Funk) என்பவர் அரிசித் தவிட்டிலிருந்து சாராயம்மூலம் ஒரு வித ஸ்படிகத்தை உற்பத்தி செய்து, அவ்வேதியியற் பொருளை இயந்திரக் குத்தலரிசியால் பாதிக்கப்பட்ட எலிகளுக்குக் கொடுத்து நோய் அறிகுறிகளைக் குணமடையச் செய்தார். இந்த ஆய்வுமூலம் உணவில் சிலபொருள்கள் குறைவினுல், சிற்சில நோய்கள் தோன்றுகின்றன, அவ்வகைப் பொருள்களை உணவுடன் சேர்த் தால் அந்நோய்கள் குணமடைகின்றன என்பதை நன்கு கண்டறிந்தார். அவர் ஆரம்பத்தில் கண்டெடுத்த ஸ்படிகத்தில் நைட்ரஜன் இருந்ததால், அவர் இப்பொருளை முக்கிய அமினே அமிலம் என்று கருதி, வைட்டமின் (vita-important, amine-amino acid) என்று பெயர் சூட்டினுர்.

இதற்குப் பின்னர் பலவகைப் வைட்டமின்கள் கண்டுபிடிக்கப் பட்டன. பின்னர்க் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட வைட்டமின்களில் சில வற்றில் நைட்ரஜன் இல்லாதிருந்தபோதிலும் ஆரம்பத்தில் வைத்த வைட்டமின் என்ற பெயர் நிலைத்துத் தொடர்ந்து உபயோகப்படுத்தப்பட்டு வருகிறது. உணவு ஆய்வுக் கூடங்களில் பிராணிகளுக்குப் பல்வேறு செயற்கை உணவுப் பொருள்களை உண்ணக் கொடுத்து, பிராணிகளின் உடலில் தோன்றும் நோய் அறிகுறிகளை நன்கு அறிந்து, இவை எப்பொருள் குறைவினுல் உண்டாகின்றன என்று கவனித்து, அப்பொருளைச் சேர்த்து அதன் குணங்களைக் காண்பதன்மூலம் பற்பல வைட்டமின் களின் தன்மையை நன்கு அறிகின்றனர்.

சில ஆய்வுப் பிராணிகளுக்கு அவைகளுக்குத் தேவையான அளவு தரசம், புரதம், கொழுப் புணவு, தாது உப்புக்கள், தண்ணீர்

முதலியவற்றை உணவாகக் கொடுத்தபொழுதிலும், அவைகளுக்கு வளர்சிதை மாற்றம், வளர்ச்சி முதலியன சரிவர நடவாமல் சில நோய்கள் தென்படுகின்றன. இதற்குக் காரணம் செயற்கை உணவுப் பொருள்களில் வைட்டமின் இல்லாததே. அத்தகைய நோயுற்ற பிராணிக்குத் தேவையான வைட்டமினை உணவுடன் கொடுத்தால் நோய் மறைகின்றது. ஆகையால், நோயானது வைட்டமின் குறைவினுல் ஏற்படுவதால், இதைக் 'குறை நோய் (deficiency disease) எனக் கூறுகிறோம்.

வைட்டமின்கள் அங்ககப் பொருளைச் சார்ந்தன. சில வைட்டமின்களில் நைட்ரஜன் இருப்பதால் அவை புரதப் பொருளாக அமைகின்றன. சிற்சில வைட்டமின்களில் நைட்ரஜன் கிடையாது. இயற்கை உணவில் குறைந்த அளவில் வைட்டமின் கள் இருக்கின்றன, இவற்றைக் 'கிரியா ஊக்கி'யாகக் கருதினர். ஆனுல், வைட்டமின்கள் உணவு மண்டலத்தில் சிறிதளவு வேதி யியல் மாற்றம் அடைகின்றன என்பதால் இவைகளைக் 'கிரியா ஊக்கி' எனக் கூறுவது தவருகும். உடலில் சரிவர வளர்சிதை மாற்றம் ஏற்படுவதற்கும் வளர்ச்சி அடைவதற்கும் வைட்டமின் இன்றியமையாதது.

சில வைட்டமின்கள் (ஏ, டி, இ, கே.) தண்ணீரில் கரையும் தன்மை கொண்டவை ; பி, ஸி வைட்டமின்கள் கொழுப்பில் கரையக்கூடியவை. ஒவ்வொரு வைட்டமினுக்கும் ஒரு குறிப்பிட்ட இயக்கம் உண்டு. அதிக வெப்ப நிலையிலும், மிகக் குறைந்த தட்ப நிலையிலும் வைட்டமின்களின் தன்மை அழிக்கப்படுகின்றது. உடலுக்கு மிக நுண்ணிய அளவில்தான் வைட்டமின்கள் தேவையாக இருப்பினும், அவை இல்லாவிடில் 'குறைநோய்கள்' தென்படுகின்றன. வைட்டமின்களை உடலில் சேமித்து வைத்துக் கொள்ள இயலாது. எனவே, நலம் பெற்றிட நாள்தோறும் உணவுடன் நாம் வைட்டமின்களைச் சேர்த்துக் கொள்ளவேண்டும். ஒவ்வொரு வைட்டமினும் ஒவ்வொரு வியாதியைக் குணப்படுத்தும் தன்மை கொண்டிருப்பதன் காரணம் கொண்டு, ஒவ்வொன்றையும் குறிப்பிட்ட நோயை 'எதிர்க்கும் வைட்டமின்' என்று பெயர் சூட்டு கிறோம். குறிப்பாக வைட்டமின் 'ஏ' எனப்படுவது 'க்ஸிரோப் தால்மியா' (xerophthalmia) என்ற நோயைத் தவிர்க்கும் தன்மை கொண்டிருப்பதால், வைட்டமின் 'ஏ'ஐ 'க்ஸிரோப்தால் மியாவை எதிர்க்கும் வைட்டமின்' (anti xerophthalmic vitamin) எனக் கூறுகிறோம்.

வைட்டமின்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட ஆரம்ப காலங்களில் அவைகளின் வேதியியல் அமைப்பைச் சரிவரத் தெரிந்துகொள்ளாத

காரணத்தால் வைட்டமின்களை ஆங்கில எழுத்துக்களான A,B,C.D, E, K போன்றவற்ருல் பெயர் சூட்டினர். இவ்வகைக் கணிக்கும் முறை, சீராக உலகெங்கும் பின்பற்றமுடியாது என்ற காரணத்தாலும், தற்கால உயிர் வேதியியலின் முன்னேற்றத்தாலும் வைட்டமின்களின் வேதியியல் அமைப்பு நன்கு ஆராயப்பட்டு வைட்டமின்களை வேதியியல் அமைப்புப் பெயரால் சூட்டுகின்றனர். இவைகளின் வேதியியல் நுண்ணமைப்பு நன்கு தெரிந்து இருப்பதால் வைட்டமின்களைச் செயற்கைமூலம் உற்பத்தி செய்ய முடியும்.

உடலினுள் துணை என்ஸைம்களுடன் வைட்டமின்கள் உள்ளன. B_2 வைட்டமின் 'மைட்டோ காண்ட்ரியா' (mitochondria) உடன் இணைந்துளது.

வைட்டமின் ஏ (A) (க்ஸீரோப்தால்மியா எதிர்க்கும் வைட்டமின், (Anti-xerophthalmic Vitamin)

இந்த வைட்டமின் கொழுப்பில் கரையக் கூடியது. இதன் வேதியியலமைப்பு நன்கு தெரிந்துகொள்ளப்படவில்லை. எனினும் இதன் அமைப்பு காரட் எனும் மஞ்சள் நிறக் கிழங்குகளிலிருக்கும் 'கரோடீன்' (carotene) என்ற பொருளை ஒத்திருக்கிறது (C40 H56). எனவே கரோடீனை வைட்டமின் ஏயின் 'முன்னிலை' (provitamin A)எனக் கூறலாம். தோலின் வெளிப்பரப்பு, கண்ணின் வெளிப்படலம், கண்ணின் உள் சுவரில் அமைந்திருக்கும் 'ரொடாப்சின்' (rhodopsin) எனும் பார்வை பழுப்புப் பொருள் (visual purple) இவைகள் ஆரோக்கியத்திற்கும் நோய்க்கிருமிகளின் கெடுதலைத் தடுக்க உடலில் எதிர்ப்புப் பொருள் உண்டாகுவதற்கும் வைட்டமின் ஏ மிகத்தேவையான ஒன்று இவ்வைட்டமின் தேவையானஅளவு உடலுக்குக் கிடைக்காவிட்டால் தோலின் வெளிப்பரப்பு பாதிக்கப்படுகின்றது, 'க்ஸீரோப்தால்மியா' (xerophthalmia) எனும் கண்ணின் காய்ந்த நிலை ஏற்படுவதால் கண்ணின் சுரப்பிகள் சரிவர இயங்காமல் கண் வெளிப் படலம் காய்ந்து சிறுபுண்கள் தோன்றி, அவைகளில் பாக்டீரியா, (bacteria) அமரகீழ் உண்டாகிறது. இது ரொடாப்சின் எனும் கண் உட்சுவர் பார்வைப் பொருளுக்கு அவசியமானதால் இதன் குறைவினுல் நிக்டலோப்பியா] (nyctalopia) என்ற 'மாலைக் கண்' நோய் காண்கின்றது இதனுல் மாலை நேரங்களுக்குப்பின் கண் சரிவரத் தெரிவதில்லை.

வைட்டமின் ஏ மஞ்சள் நிறக் காய்கறிகளான, காரட், மா, பப்பாளி போன்றவற்றிலும், கொத்துமல்லி, கருவேப்பிலை என்பன வற்றிலும், பச்சைநிறக் காய்கறிகளான சோயா பீன்ஸ், அவரை இனம் முதலியவற்றினின்றும் நமக்குக் கிடைக்கின்றது. பால், பாலேடு, வெண்ணெய், மீன் எண்ணெய், சுராவின் ஈரல் எண்ணெய் இவைகளில் அதிக அளவில் வைட்டமின் ஏ அமைந்துளது. அன்றாட உணவுடன் ஆரோக்கியத்தைப் பேணுதற்கு 1 லிருந்து 3 மில்லிகிராம் வரை வைட்டமின் ஏ வேண்டும்.

வைட்டமின் 'பி' (Vitamin B)

இவ்வைட்டமின் B 'பி' எனப்படுவதில் $பி_1$, $பி_2$ ($B_1 B_2$) ...$பி_{16}$ (B_{16}) என்ற வகைகளாக ஒரு பெருங் கூட்டமே அடங்கியிருக் கிறது. இவை எல்லாவற்றையும் மொத்தமாக 'பி' காம்ப்ளக்ஸ் (B complex எனக்கூறுகிறோம். எல்லாமே நீரில்கரையக்கூடியவை. இக்கூட்டத்தில் இணைக்கப்பட்டிருக்கும் ஒவ்வொரு வகைக்கும் தனிப்பட்ட வேதியியல் அமைப்பும் குணங்களும் இருக்கின்றமை யால் இவைகளைத் தனித்தனியாக அறிந்துகொள்ளவேண்டும்.

$பி_1$ வைட்டமின்

இது 'தையாமின்' (thiamine) என்ற வேதியியல் பொருளால் ஆனது. நரம்பு மண்டலம் சரிவர இயங்கவும், நரம்புத்தசை இணைப்பில் இருக்கக்கூடிய 'அசிடைல்கோலைன்' (acetylcholine) என்ற வேதியியல் பொருள் இயக்கத்திற்கும் பி. வைட்டமின் தேவையாக இருக்கின்றது. இவ்வைட்டமின் குறைவினால் தசைத் தளர்ச்சியும், நரம்புத்தளர்ச்சியும் ஏற்பட்டு அவைகளில் சிறிதளவு கழிவும் தென்பட்டு வாதம் தோன்றிச் சில நேரங்களில் 'பக்கவாதம்' (paralysis) ஏற்பட்டு மரணம் சம்பவிக்கலாம். இக்குறை நோய்க்கு 'பெரி-பெரி' (beri-beri) அல்லது 'பாலிநியூரைடிஸ்' (polyneuritis) எனப் பெயர். இந்நோயை $பி_1$ வைட்டமின் தடுப் பதால், இதற்கு பாலிநியூரைடிஸ் எதிர்ப்பு (anti-neuritis) வைட்ட மின் என்றும் பெயர். இவ்வைட்டமினானது, பயறு வகைகள், காடித்தாவரமான 'ஈஸ்ட்' (yeast), அரிசித் தவிடு முதலிய பொருள் களில் கிடைக்கின்றது. தினந்தோறும் 2 மில்லிகிராம் $பி_1$ வைட்டமின் நம் உடலுக்குத் தேவைப்படுகின்றது.

$பி_2$ வைட்டமின் ('ரிபோஃப்லோவின்'-Riboflavin)

இது செல் ஆக்ஸிகரணத்திற்குத் தேவையானது. இதன் குறைவினால் மனித உடலுக்கு அதிகமான கெடுதல்கள் காணப் படுவதில்லை என்றாலும் தோலில் அரிப்பு உணர்ச்சி, தோலில் சிறு வெடிப்புக்கள் உண்டாகின்றன. ரிபோஃப்லோவினை யொத்த

ஃப்ளேவோட்ரோடீன் எனும் வகை வைட்டமின் செல் ஆக்ஸி கரணத்தை நிர்ணயிக்கும் என்ஸைமுக்கு உதவுகின்றது.

நியாசின் (பி$_2$) (Niacin)

இது பி$_2$ வைட்டமினைச் சார்ந்த வேதியியல் பொருள். இவ் வைட்டமின் குறைவினால் 'பெல்லாக்ரா' (pellagra) என்ற குறை நோய் உண்டாகிறது. இது எந்திர அரிசியை உணவாக உபயோகிக்கும் மனிதனுக்குத் தென்படுகிறது. ஏனெனில் இவ் வைட்டமின் அரிசியின் தவிட்டில்தான் அமைந்திருப்பதால், தற்காலங்களில் எந்திரத்தில் தீட்டிய அரிசியில் தவிடு முழுவதும் நீக்கப்பட்டு வைட்டமின் பி$_2$ அகற்றப்படுவதாலும் இந்நோய் காணப்படுகின்றது. கைக்குத்தலரிசியைப் பயன்படுத்துதலின் மூலம் இக்குறை நோயை எளிதில் தவிர்க்கலாம். வாயறையில் புண்கள், வாயலகு ஓரங்களில் புண்கள், தலைவலி, தூக்கமின்மை முதலியன இக்குறை நோயின் அறிகுறிகள். சிற்சில நேரங்களில் கண் எரிச்சல், சொறி முதலியனவும் உண்டாகின்றன

பைரிடாக்கின் (Pyridoxine)

இவ்வகை 'பி' வைட்டமின் நியாசினுக்கு ஒத்திருக்கிறது. இதன் குறைவினால் எலிகளில் 'பெல்லாக்ரா' நோய் காண்கிறது. இவ்வைட்டமின், ஈஸ்ட், முட்டை, தாவரவித்துக்கள் முதலியவற்றில் கிடைக்கின்றது.

பான்டதோனிக் அமிலம் (Pantothenic acid)

இதை 'பி$_6$' வைட்டமின் எனக் கூறுகிறார்கள். அமினோ அமிலத்தில் வளர்சிதை மாற்றம் சரிவர நடக்க இவ்வைட்டமின் தேவையாக இருக்கிறது. உடலினுள் புரதப் பொருள் உண்டாக்கப்பட இது அவசியம். இதன் குறைவு எலிகளில் சரும அகற்சியையும், பன்றிகளில் நரம்புத் தளர்ச்சியையும் ஏற்படுத்துகிறது.

பையோடின் (Biotin)

இது 'பி$_6$' எனும் இனத்தைப் போன்றது. இதன் குறைவு எலிகளில் தோல் நோய்களுக்குக் காரணமாக உள்ளது.

'பி$_{12}$' ஃபோலிக் அமிலம் (Folic acid)

இவ்வைட்டமின் குறைவினால் 'இரத்தச் சோகை' (anaemia) உண்டாகின்றது, எலும்பு மஜ்ஜையில் உண்டாகும் சிவப்பு இரத்த அணுக்களின் உற்பத்திக்கும், அவைகளின் முதிர்ச்சிக்கும் 'பி$_{12}$' வைட்டமின் தேவையான ஒன்றாகும். இது வளர்ச்சியை

ஊக்குவிக்கவும், அமினோ அமிலம் உடலில் உபயோகிக்கப் படுவதற்கும் தேவையாக இருக்கிறது. இவ்வைட்டமினானது பால், கோதுமை, கல்லீரல் முதலியவற்றிலிருந்து கிடைக்கிறது.

'பி' வைட்டமினில் இணைக்கப்பட்ட துணை இனங்களான '$பி_{10}$', '$பி_{11}$', எனப்படுபவை வேதியியலமைப்பில் '$பி_{12}$' போன்றவைகளாக இருக்கின்றன. அவை வளர்ச்சிக்கும், பறவை களின் இறகு உற்பத்திக்கும் தேவையாக உள்ளன. '$பி_{13}$' '$பி_{14}$' என்ற துணை இனங்கள் பன்றியின் உடல் வளர்ச்சிக்கு இன்றி யமையாதவை.

'பி காம்ப்ளக்ஸில்' சேர்க்கப்பட்ட பல வைட்டமின்கள் பறவைகள், எலிகள் முதலியவற்றின் வளர்ச்சிக்கும் ஆரோக்கியத் திற்கும் இன்றியமையாதனவாக உள்ளன. தையாமின், ரிபோ ஃப்ளோவின், நியாஸின் போன்றவைதான் மனிதனுக்கு இன்றியமையாதவை. வைட்டமின் பி காம்ப்ளக்ஸில் இணைக்கப் பட்டிருக்கும் பல தொகுப்புகள், திசுவின் என்ஸைம் இயக்கத் திற்கு இன்றியமையாதவைகளாக இருக்கின்றன.

வைட்டமின் 'சி' (Vitamin C)

இது தண்ணீரில் கரையும் தன்மை கொண்டது. இதன் வேதியியற்பெயர் 'அஸ்கார்பிக் அமிலம்' (ascorbic acid) எனப் படும். இந்த வைட்டமின் 'செல்லிடைப் பொருள்' (intercellular substance) ஆரோக்கியமாக இருப்பதற்கு அவசியமாக அமைந் துள்ளது. இவ்வைட்டமின் குறைவினால் 'ஸ்கர்வி' (scurvy) எனும் குறை நோய் தோன்றுவதால், இதற்கு ஸ்கர்வி எதிர்க்கும் வைட்டமின்' (anti-scorbutic vitamin) என்றும் கூறுகிறோம். 'சி' வைட்டமின் குறைவினால், செல்லிடைப் பொருள் நலிவுற்று, பலம் இழந்து, இரத்தக் குழல் வெளிச் சுவர் செல்கள் பிரிவதனால் இரத்தப் போக்கு (haemorrhage) காண்கிறது. பற்கள் ஆட்டம் கண்டு ஈறிலிருந்து இரத்தம் கசிகிறது. எலும்பு மூட்டுகளில் வலி உண்டாகிறது. தலைவலி, களைப்பு, தூக்கமின்மை, அன்னப் பாதையில் உபாதைகள், மலத்துடன் இரத்தப் போக்கு முதலிய அறிகுறிகளும் தென்படுகின்றன.

வைட்டமின் 'சி'யானது 180°C வெப்பநிலைவரையும் கெட்டு விடாமல் இருக்கிறது. 'சி' வைட்டமினின் ஸ்கர்வி தவிர்க்கும் தன்மை முதன்முதலாக மாலுமிகளிடமிருந்துதான் தெரிந்து கொள்ளப்பட்டது. இவ் வைட்டமின் பழங்களில் அதிலும் முக்கிய மாக எலுமிச்சை, ஆரஞ்சு, சாத்துக்குடி, நாரத்தை போன்ற

'எலுமிச்சை வகைப் பழங்களி'லும் தக்காளி, முளைக்கும் பயிர்களிலும் அதிகமாக இருக்கின்றது. 'பில்லாந்தஸ்' (phyllanthus) எனப்படும் நெல்லிக்கனியில் மிகக் கூடுதல் அளவில் இருக்கின்றது. ஓர் ஆரஞ்சுப் பழத்தில் எவ்வளவு 'சி' வைட்டமின் இருக்கிறதோ, அவ்வளவு ஓர் நெல்லிக்கனியில் இருக்கிறது. 'கோல்கைப் பொருளிலும்' (golgibodies) இவ் வைட்டமின் உள்ளது. மனிதனுக்குத் தினமும் 100 மில்லி கிராம் 'சி' வைட்டமின் தேவையாக இருக்கிறது.

வைட்டமின் 'டி' (Vitamin D)

இவ் வைட்டமின் கொழுப்பில் கரையும் தன்மையது. இதனைக் 'கால்சிபரால்' (calciferol) எனும் வேதியியற் பெயரால் குறிப்பர். உடலின் சுண்ணாம்புப் பொருள், பாஸ்பரஸ் பொருள் முதலியவற்றின் வளர்சிதை மாற்றத்திற்கு இவ் வைட்டமின் இன்றியமையாதது. உணவுப் பொருள்களிலிருந்து இப் பொருள்களை உடல் உபயோகிக்க, இவ் வைட்டமின் பயன்படுகிறது. இப் பொருள்கள் எலும்பைக் கடினப்படுத்த உபயோகப்படுகின்றன. இவ் வைட்டமின் குறைந்தால் உணவிலிருக்கும் கால்சியமும், பாஸ்பரசும் உட்கவரப்படாமலேயே உணவுக் கழிவுடன் உடலை விட்டு அகற்றப்படுகின்றன. ஆகையால் எலும்புகளுக்குத் தேவையான கால்சியம், பாஸ்பரஸ் கிடைக்காததால் எலும்புகள் கடினத் தன்மையற்றுப் பலமிழந்து 'ரிக்கட்ஸ்' (rickets) எனும் குறை நோய் தென்படுகின்றது. இந்நோய் குழந்தைகளிடம், முக்கியமாக ஆரோக்கியமற்ற ஏழைக் குழந்தைகளிடந்தான் அதிகமாகக் காணப்படுகின்றது. நோய்வாய்ப்பட்ட குழந்தைகளின் கீழ்ப்பாத எலும்புகள் வெளிப்புறமாக வளைந்து கால்கள் வில்போன்று வளைந்திருக்கும். நெஞ்செலும்புக் கூடு வெளியே புடைத்து 'புறு மார்பு' போன்றமைந்திருக்கும். வயிறு, பானை போன்று பருத்திருக்கும். இவ் வைட்டமினை அதிகமாக உட்கொண்டாலும் 'ஹைபர் வைட்டமினோஸிஸ்' (hyper vitaminosis) என்ற குறைபாடுகள் தென்படுகின்றன. இதன் காரணமாகக் கூடுதலான சுண்ணாம்புச் சத்து எலும்புகளில் சேர்க்கப்பட்டு எலும்பின் மேல்புறம் முண்டுகள் தென்படுகின்றன.

வைட்டமின் (D) 'டி'யானது பிராணிகளின் கொழுப்புப் பொருள்களான காட் ஈரல் எண்ணெய் (codliver oil), சுரா ஈரல் எண்ணெய், பால் போன்ற சத்து உணவில் கிடைக்கின்றன. இவ் வைட்டமினைப் பிராணிகள் தங்கள் உடலிலேயே உற்பத்தி செய்து கொள்ளும் இயல்பு கொண்டுள்ளன. நம் தோலினடித் தளத்தில் இருக்கும் கொழுப்பு உறையில் எர்கஸ்டிரால் (ergosterol) எனும்

பொருள், கதிரவன் ஒளிக் கற்றைகள் உதவியுடன் 'டி' வைட்டமினை உண்டாக்கும் ஆற்றல் பெற்றிருப்பதால் எர்கஸ்டிராலை வைட்டமின் 'டி'யின் ஆரம்பப் பருவம் (pro vitamin D) எனக் கூறுகிறோம். இதில் $டி_2$, $டி_3$ போன்ற பிரிவுகளும் உள்ளன.

வைட்டமின் 'இ' (Vitamin E)

கொழுப்பில் கரையும் தன்மைகொண்டு 'டோகாஃபிரால், (tocopherol) எனும் வேதியியல் பெயர்பெற்றது இவ்வைட்டமின். 'டோகாஃபிரால்' என்பதற்குத் தமிழில் 'மக்கட்பேறு' எனப் பெயர். ஆகையால், இவ் வைட்டமினது பிராணிகளுக்குஇனப்பெருக்கம் நடைபெறத் தேவையாக இருக்கிறது. இனப்பெருக்க அணுக்களான விந்தணுக்களும், முட்டையும் உற்பத்தி செய்யப் பிராணிகளுக்கு இவ் வைட்டமின் இன்றியமையாதது. இவ் வைட்டமின் குறைவினுல் மலட்டுத் தன்மை ஏற்படுவதால் இதை 'மலட்டு எதிர்ப்பு வைட்டமின்' (anti sterility vitamin) எனவும் கூறுகிறோம். இவ்வைட்டமினின் குறைவினுல் மனிதன் உடலில் ஏற்படும் தீமைகளைப்பற்றி நன்கு அறியப்படவில்லை. ஆய்வுக்கூடங்களில் 'இ' வைட்டமின் அற்ற உணவை ஆண் எலிகளுக்குக் கொடுப்பதன்மூலம் அவற்றின் விந்தணுக்கள் எண்ணிக்கை குறைந்திருப்பதைக் கண்டறிந்திருக்கிருர்கள். கருவுற்ற பெண் முயலுக்கு வைட்டமின் 'இ' அற்ற உணவைக் கொடுப்பதன்மூலம் வளரும் கருவின் வளர்ச்சிக் குறைவும், சில சமயங்களில் கருச் சிதைவும் (abortion) ஏற்படுவதாகவும் தெரிந்து கொள்ளப்படுகிறது. ஆனுல், மனிதனின் உடலில் 'இ' வைட்டமின் குறைவின் குணுதிசயங்கள் சரிவர நிர்ணயிக்கப்படவில்லை. இருப்பினும் மேல்நாடுகளில் அடிக்கடி கருச் சிதைவு ஏற்படும் பெண்களுக்கு வைட்டமின் 'இ' கொடுப்பதன்மூலம் கருச்சிதைவைத் தடுத்துவருகிருர்கள். மனிதனுக்குத் தினந்தோறும் எவ்வளவு வைட்டமின் தேவை என்பதும் கணிக்கப்படவில்லை. இவ்வைட்டமினது காய்கறி வகைகளிலும், கீரைகளிலும், கோதுமை முளையிலும் எண்ணெயிலும் அமைந்திருக்கிறது.

வைட்டமின் 'கே' (Vitamin K)

இது கொழுப்பில் கரையக்கூடியது. இவ் வைட்டமினை 'விஸ்காசல்' (viscosol) எனும் வேதியியற் பெயரால் அழைக்கிறோம். 1921ஆம் ஆண்டு டான் (Dan) கூட்டாளிகள் இவ்வைட்டமினுக்கு 'இரத்த உறை வைட்டமின்' (coagulation vitamin) எனப் பெயர் இட்டனர். இரத்தம் உறைவதற்கு இரத்தத்தில் ப்ரோத்ராம்பின் (prothrombin) எனும் ஒரு பொருள் உளது. அது நன்கு இயங்க

இவ் வைட்டமின் மிகவும் தேவைப்படுகிறது. இவ்வைட்டமின் குறைவினல் ப்ரோத்ராம்பின் அளவு குறையப்படுவதால் இரத்தம் உறைய முடியாமல் சிறு காயங்களிலிருந்தும் இரத்தம் தொடர்ந்து வெளிச் செல்கிறது. இதற்கு 'ஹிம்மரேஜ்' (haemorrhage) அல்லது 'இரத்தப் போக்கு' எனப்பெயர். ஆகையால் இவ்வைட்டமினுக்கு இரத்தப் போக்கு எதிர்ப்பு (anti haemorrhage) வைட்டமின் என்றும் பெயர் உண்டு. இரத்தத்திற்குப் பற்பல முக்கியமான உயிரின இயக்கங்கள் இருப்பதால் தொடர்ந்த இரத்தப் போக்கு உடலுக்கு ஆபத்தை ஏற்படுத்தும். ஆகையால் வைட்டமின் 'கே' உடலுக்கு மிகத் தேவையானது. கண் அறுவைச் சிகிச்சையின்போது இரத்தச் சேதத்தைத் தடுக்க வைட்டமின்'கே'ஐ உபயோகிக்கின்றனர். இவ் வைட்டமின், காய்கறிகள் ஸ்பைனுச், ஆல்பால்பா போன்ற கீரை இனங்களிலும் கிடைக்கின்றது. மனிதக் குடலினுள் வாழ்ந்துவரும் சில பாக்டீரியாக்கள் வைட்டமின் 'கே'ஐ உற்பத்தி செய்யும் வன்மை கொண்டவை. இதன்மூலம் மனிதனுக்குச் சிறிதளவு வைட்டமின் 'கே' கிடைக்கிறது.

பகுதி 2

வளர்சிதை மாற்றம்

(METABOLISM)

உயிரின உடலினுள் தினமும் தொடர்ந்து நடைபெற்றுவரும் வேதியியல் மாற்றங்களுக்கு 'வளர்சிதை மாற்றம்' எனப் பெயர்.

ஒவ்வோர் உயிரினமும் அன்றாடம் பல இயக்கங்கள் நடத்த வேண்டியுளது. இயக்கங்கள் நடைபெற சக்தி மிகத் தேவையான ஒன்று. சக்தி வெளிப்படுதலும், வெளிப்பட்ட சக்தி உடலின் பல பாகங்களுக்கும் எடுத்துச்செல்லப்படல் வேண்டும். இஃது தொடர்ந்து நடைபெறவேண்டும். இது வளர்சிதை மாற்றத்தினால் தான் நடைபெறுகின்றது. இவ்வேதியியல் மாற்றத்தை வளர்ச்சி மாற்றம்' (anabolism), 'சிதைவு மாற்றம்' (katabolism) என இரு பிரிவுகளாக வேறுபடுத்தலாம். வளர்ச்சி மாற்றமென்பது குறைந்த 'கூட்டணு எடையும்' (molecular weight) எளிய அமைப்பும் கொண்ட பொருள்களைச் சிக்கலான வேதியியல் பொருளாக மாற்றி 'புரோட்டோபிளாசம்' உற்பத்தி செய்யும்படியான ஓர் இணைப்பு வேலை. இதன்மூலம் புதிய புரோட்டோபிளாசம் உண்டாக்கப் படுவதால் இது ஆக்க வேலையாக அமைகிறது. இத்தன்மையால் உடலில் சக்தியை அளிக்கும் பொருள்கள் சேகரித்துவைக்கப் படுகின்றன. சிதைவு மாற்றத்தில் அதிகக் கூட்டணு கனம் கொண்ட சிக்கலான வேதியியல் பொருள்கள் சிதைக்கப்பட்டு எளிய பொருள்களாக மாற்றப்படுகின்றன. அதன்மூலம் கழிவுப் பொருள்கள் தோன்றி சக்தியும் வெளிப்படுத்தப்படுகின்றது. இம்முறையில் உடலின் பொருள்கள் சிதைக்கப்படுவதால் இது ஓர் அழிவு வேலையாக அமைகின்றது. வளர்ச்சி மாற்றமும் சிதைவு மாற்றமும் தனித்தனியாக நடக்கும் இயக்கங்கள் அல்ல. இவை இரண்டுமே ஒன்றோடொன்று இணைந்து ஒரே சமயத்திலேயே உடலில் நடைபெற்றுவருகின்றன.

பிராணிகள் உட்கொள்ளும் உணவிலிருந்துதான் சக்தி வெளிப்படுத்தப்படவேண்டும். தரசம், கொழுப்புப் பொருள் களில் ஆக்ஸிகரணம் மூலம்தான் சக்தி வெளிப்படுத்தப் படுகின்றது. இவ்வுணவுப் பொருள்களின் வேதியியல் மாற்றத் தில் பல நடுநிலைப் பொருள்கள் ஒன்றன்பின் ஒன்ருக உண்டாக்கப்பட்டுக் கடைசியில் சக்தி வெளிப்படுத்தப்பட்டுக் கழிவுப் பொருள்கள் உண்டாகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக குளுகோஸின் ஆக்ஸிகரணத்தில் அதன் கூட்டணுக்களினுள் அடங்கியிருக்கும் சக்தியானது வெளிப்பட்டு வெப்பம் உண்டாகிறது. வெளியிடப்பட்ட வெப்பம் இயக்கங்களுக்குப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. குளுகோஸ் பல நடுநிலைப் பொருள் களாக மாற்றப்பட்டு, இறுதியில் தண்ணீரும், கரியமிலவாயுவும் கழிவுப் பொருள்களாகத் தோன்றுகின்றன.

தொகுப்பு 1

தரசத்தின் வளர்சிதை மாற்றம்
(Metabolism of Carbohydrates)

தேவையான சக்தியை உடலுக்கு அளிக்கத் தரசம் முக்கிய மானதொரு உணவுப் பொருளாக உதவுகின்றது. தரசத்தை மாவுப் பொருள் (starch), சர்க்கரை (sugar) என இருவகை களாகப் பிரிக்கலாம். அவை 'சாக்கரைட்' எனப்படும். கூட்டணு வினுல் ஆகியவை. குளுகோஸ் எனப்படும் 'எளிய முறை சர்க்கரைப் பொருளில்' (simple sugar) ஒரு கூட்டணுத்தான் அமைந்திருக்கிறது. இப்பொருள் நீரில் எளிதில் கரைந் தும், உயிர் இழைகளினுள் எளிதில் உட்புகும் தன்மை கொண்டும் உயிர்ப்பொருள்களில் தன்மயமாக்கும் தன்மை கொண்டும் இருக்கின்றன. 'டை சாக்கரைடு' எனும் சர்க்கரை இனம் இரண்டு கூட்டணுக்கள் கொண்டது. இது கரைந்து உட் புகும் தன்மை கொண்டிருந்தபோதிலும், உட்கவர்தல் தன்மை யற்றது. 'பல சாக்கரைடு' அணுக்கள் சிக்கலான முறையில் இணைந்திருக்கின்றன. இவை எளிதில் கரையும் தன்மையற்று, உட்கிரகித்தல் தன்மை இல்லாமல் தன்மயமாக்கப்படமுடியாத நிலையில் அமைந்துள்ளன. எல்லா மாவுப் பொருள்களும், டை சாக்கரைடு பொருள்களும் சீரண என்ஸைமினுல் எளிய குளுகோஸாக மாற்றப்பட்டு, பின்னர் உட்கவரப்பட்டு, இரத்தத் தினுல் உடலின் வெவ்வேறு பாகங்களுக்குச் சென்று திசுக்களில் தன்மயமாக்கப்படுகின்றன.

மானே சாக்கரைடில் மூன்று வகைகளுண்டு; மாவுப்பொருளி லிருந்து உண்டாகும் குளுகோஸ் பழப்பொருளின் சர்க்கரை

ஃப்ரக்டோஸ் (fructose), பாலின் சர்க்கரை, 'காலக்டோஸ்' (galactose) என்பன அவை.

தரசப் பொருளின் வளர்சிதை மாற்றத்தை மூன்று தலைப்பின் கீழ்த் தெரிந்துகொள்ளலாம் :

(i) கிளைகோஜன் உற்பத்தி (glycogenesis)

(ii) கிளைகோஜன் சிதைவு (glycogenolysis)

(iii) குளுகோஸின் சிதைவு (glycolysis)

(i) கிளைகோஜன் உற்பத்தி

உணவுப் பொருளில் அமைந்திருக்கும் மாவுப்பொருளும் சர்க்கரைப் பொருள்களும் சீரண என்ஸைம்களான 'தையாலின்', மால்டேஸ், சுக்ரேஸ், லேக்டேஸ், ஃப்ரக்டேஸ் உதவியினுல் குளுகோஸ் எனும் சீரண முடிவு நிலையடைந்த தரச எளிய பொருளாக மாற்றப்படுகின்றன. குளுகோஸ், ஃப்ரக்டோஸ், காலக்டோஸ் என்ற மூன்று எளிய மாறுே சாக்கரைடு பொருள்களும் குடலுறுஞ்சியின் இரத்தத் தந்துகிகளினுல் உட் கவரப்பட்டு, ரத்தத்தினுல் உடல் முழுதும் எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன. குளுகோஸை அதே நிலையில் உடலில் சேமித்து வைக்க இயலாது. எனவே, நம் தேவைக்கதிகமான குளுகோஸ் நம் உடலுக்குத் தேவைப்படும்பொழுது பயன்படுத்தும் வகையில் கிளைக்கோஜன் என்ற பொருளாக மாற்றப்படவேண்டும். இம் மாற்றத்திற்கு முதற்படியாக குளுகோஸ், பாஸ்பேட் இனமாக மாற்றப்படவேண்டும். நம் உடலில் சக்தியை வெளிப்படுத்த 'அடினேசின்-ட்ரை பாஸ்பேட் (adenosine triphosphate) (சுருக்க மாக ATP) என்ற பொருள் இருக்கிறது. 'ATP' திடீர் மாற்றம் அடைந்து பாஸ்பாரிக் அமிலத்தை வெளிப்படுத்தி 'அடினேசின்-டை-பாஸ்பேட் (adenosine di-phosphate) (சுருக்கமாக ADP) ஆக மாறுகின்றது. வெளிப்படுத்தப்பட்ட பாஸ்பாரிக் அமிலம் குளுகோஸுடன் இணைந்து குளுகோஸ்-6 பாஸ்பேட்டாக மாற்றப் படுகிறது. 'பாஸ்ஃபோக்ளுகோமுடேஸ்' (phospho glucomutase) எனும் என்ஸைம் குளுகோஸ்-6 + பாஸ்பேட்டை 'குளுகோஸ் 1 பாஸ்பேட்டாக' மாற்ற உதவுகிறது. இந்த குளுகோஸ் - 1-பாஸ் பேட்தான்' பாஸ்ஃபாரலேஸ்' (phosphoralase) எனும் என்ஸை மினுல் கிளைகோஜனுக மாற்றப்படுகிறது.

இம்முறையிலேயே ஃப்ரக்டோஸானது, ஃப்ரக்டோஸ்-6 பாஸ்பேட்டாகவும், ஃப்ரக்டோஸ்-1 பாஸ்பேட்டாகவும், முடிவில் கிளைகோஜனுகவும் மாற்றப்படுகிறது.

இம்முறையில் மாற்றப்பட்ட கிளைகோஜன் உடலினுள் சேமித்து வைக்கப்படும் நிலையை அடைகின்றது. இது

கல்லீரலிலும், தசைகளிலும், 'கல்லீரல் கிளைகோஜனாகவும்,' 'தசைக் கிளை கோஜனாகவும்' சேமித்து வைக்கப்படுகின்றது.

(ii) கிளைகோஜன் சிதைவு (Glycogenolysis)

இம் முறையில் கல்லீரலில் சேமித்து வைக்கப்பட்ட கிளை கோஜனைத் தேவையானபொழுது குளுகோஸாக மாற்றலாம். இது கிளைகோஜன் உற்பத்தி முறைக்கு எதிர் மாறுதலாகும் தன்மை கொண்ட நிகழ்ச்சி. கல்லீரலில் இருக்கும் 'பாஸ்ஃபாரலேஸ்' எனும் என்ஸைம் உதவியால் கிளைகோஜனின் பாஸ்பேட் இனம் பிரிக்கப்பட்டு குளுகோஸ் 1-பாஸ்பேட்டாக மாற்றப்படுகின்றது. 'குளுகோஸ் 1-பாஸ்பேட்' 'பாஸ்போ க்ளுகோமுடேஸ்' எனும் என்ஸைமினல் குளுகோஸ் 6-பாஸ்பேட்டாக மாறுகிறது. 'பாஸ்படேஸ்' எனும் என்ஸைம் குளுகோஸ் 6 பாஸ்பேட்டை குளுகோஸாக மறுபடியும் மாற்றுகின்றது.

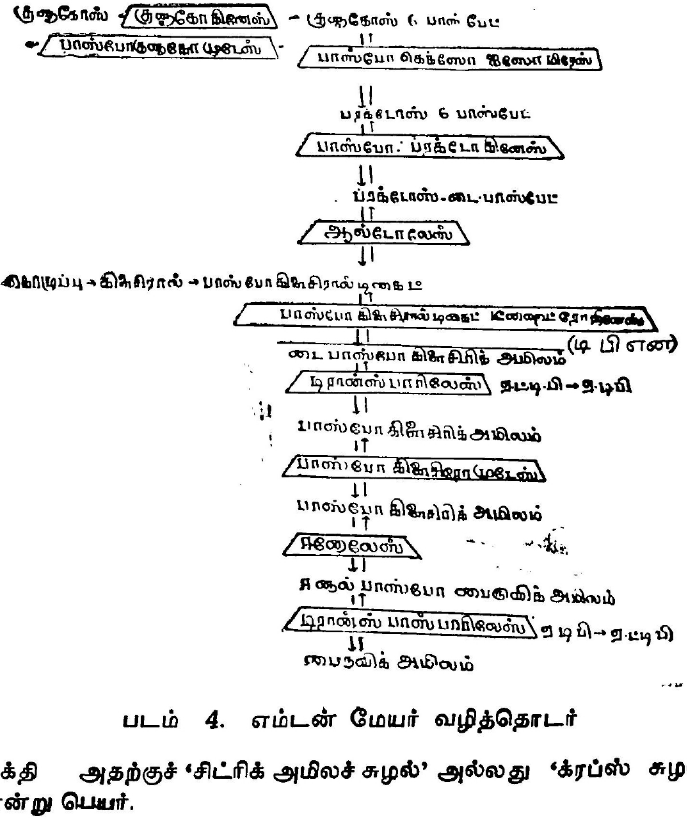
குடலுறிஞ்சிகளின்மூலம் உணவிலிருந்து உட்கவரப்பட்ட குளுகோஸ் இரத்தத்தின்மூலம் உடலின் பல பாகங்களுக்கும் எடுத்துச்செல்லப்படுகின்றது. இ ர த் த த் தி ல் எப்பொழுதும் குளுகோஸ் குறிப்பிட்ட அளவில்தான் இருக்கும். அதற்கு இரத்தச் சர்க்கரை' (blood sugar) அடர்த்தி எனப்பெயர். வயிற்றில் உண வற்ற சமயம் நலமான மனிதனுக்கு 1000 c.c. இரத்தத்தில் 70லிருந்து 100 மில்லி கிராம் அளவு இரத்தச் சர்க்கரை இருக்கிறது. உணவு உட்கொண்டபின் இரத்தச் சர்க்கரை அளவு கூடுதலடை கின்றது. களைப்பினுலும், பசிக்கும் நேரத்திலும் இரத்தச் சர்க்கரை அளவு குறைகின்றது.

நலம் பெற்ற மனிதனின் உடல் இரத்தத்தில் குறிப்பிட்ட அளவுக்குமேல் குளுகோஸ் இருந்தால் கூடுதலளவுள்ள குளு கோஸ் நச்சுப் பொருளாக அமையுமாதலால் அது கல்லீரலுக்கு எடுத்துச்செல்லப்பட்டு கிளைகோஜனாக மாற்றப்படும். அல்லது சிதைவு மாற்றமடைந்து சக்தியாக உருவாக்கப்படும். இரத்தக் குளுகோஸை கிளைகோஜனாக மாற்றுவதற்குக் கணையத்தில் உற்பத்தியாகும் 'இன்சுலீன்' (insulin) என்ற ஹார்மோன் (hormone) பயன்படுகிறது. இரத்தத்தில் குறிப்பிட்ட அளவுக்குக் குறைவாக குளுகோஸ் இருந்தால் 'பிட்யூடரி' (pituitary) எனும் நாளமில்லாச் சுரப்பியின் முன்பகுதி உற்பத்தி செய்யும் 'அட்ரினோ-கார்டிகோட்ரோபிக் ஹார்மோன்' (adreno corticotrophic hormone) உதவுகிறது. இந்த ஹார்மோன் கல்லீரலிலிருக்கும் கிளைகோஜனை குளுகோசாக மாற்றி, இரத்தத்தினுள் செலுத்தப்

பயன்படுகின்றது. 'அட்ரினே கார்டிகோ ட்ரோபிக் ஹார்மோனும், இன்சுலீனும் எதிர்வகைக் குணம் உடையவை. இவ்விரு ஹார் மோனுந்தான் நலமான உடலில் குறிப்பிட்ட அளவு இரத்தச் சர்க்கரை இருப்பதற்குக் காரணமாக இருக்கின்றன.

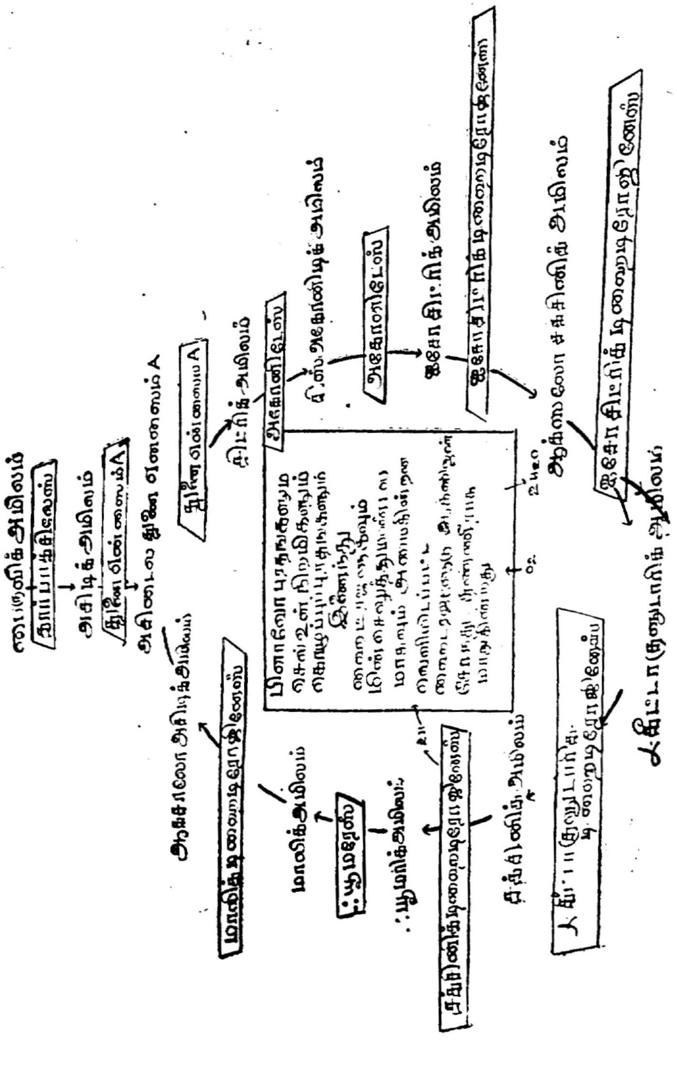
(iii) குளுகோஸ் சிதைவு (Glycolysis)

இம்முறையில் குளுகோஸ் சர்க்கரைப் பொருள் அழிக்கப்பட்டுப் படிப்படியாகப் பல நடுநிலைப் பொருள்களாக மாற்றப்பட்டுச் சக்தி வெளிப்படுத்துகின்றது. சக்தியானது இரு முறையில் வெளிப் படுகின்றது. ஒரு முறையில் சக்தியானது ஆக்ஸிஜன் அற்ற நிலையில் வெளிப்படுத்தப்படுகின்றது. அம்முறைக்கு 'எம்டன்-மேயர் வழித்தொடர்' (Embden Meyer's Pathway) என்று பெயர். இரண்டாவது முறையானது ஆக்ஸிஜன் உதவியால் வெளிப்படும்



படம் 4. எம்டன் மேயர் வழித்தொடர்

சக்தி அதற்குச் 'சிட்ரிக் அமிலச் சுழல்' அல்லது 'க்ரப்ஸ் சுழல்' என்று பெயர்.



படம் 5. க்ரப்ஸ் சுழல் அல்லது சிட்ரிக் அமிலச் சுழல்

ஆக்ஸிஜன் அற்ற முறையில் வெளிப்படும் சக்தி

இம்முறையின் ஆரம்பத்தில் ATP சிதைந்து ADP யாக மாறும் பொழுது வெளியிடப்பட்ட பாஸ்பாரிக் அமிலத்துடன் இணைந்து குளுகோஸானது குளுகோஸ் - 6 பாஸ்பேட்டாக மாறுகிறது. இம்மாற்றத்திற்கு பாஸ்போகைனேஸ் எனும் என்ஸைம் உதவு கிறது. 'பாஸ்போ ஹெக்ஸோஐசோமிரேஸ்' (phospho hexo isomerase) எனும் என்ஸைம் குளுகோஸ் 6 பாஸ்பேட்டை ஃப்ரக்டோஸ் 6 பாஸ்பேட்டாக மாற்றியபின் 'பாஸ்போஃப்ரக்டோ கைனேஸ்' (phospho fructokinase) எனும் என்ஸைம் அதை ஃபரக்டோஸ் டை பாஸ்பேட்டாக மாற்றுகிறது இம்மாற்றத்தில் மக்னீஷியம், மாங்கனீஸ், கார்பன் மானுக்சைட் போன்ற வேதியியற்பொருள்களின் அயனிகள் உதவுகின்றன. ஃப்ரக் டோஸ் டை பாஸ்பேட் கொழுப்புப் பொருள்களுடன் இணைந்து 'பாஸ்போ கிளைசிரால் டிஹைட்' (phospho glycerol delydc), 'டைபாஸ்போ க்ளைசிரிக் அமிலம்' (d phospho glyceric acid)· பாஸ்போ க்ளைசிரிக் அமிலம் (phospho glyceric acid) என ஒன்றன்பின் ஒன்றாக மாற்றங்கள் அடைந்து இறுதியில் 'பைரூவிக் அமிலமாக' (pyruvic acid) முடிகின்றது. இத்தகு நடுநிலை மாற்றங்களுக்குப் பல என்ஸைம்கள் உதவுகின்றன. இந்த பைரூவிக் அமிலந்தான் செல்களுள் சக்தி மாற்றத்திற்கு முக்கிய மான பொருள்.

சிட்ரிக் அமிலச் சுழல் (Citric Acid Cycle)

இம்முறை ஆக்ஸிகரணத்தினால் நடத்தப்படுவது. திசுக்களில் ஆக்ஸிகரணம் நடைபெறுவதை முதன்முதலில் கண்டறிந் தவர்கள் ஸென்ட் கையோர்கையும் (Szent Gyorgyi) அவர்தம் தோழர்களுமே. புறாவின் மார்புத்தசையிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட பொருளுக்குச் சில வேதியியல் பொருள்களைச் சேர்ப்பதன்மூலம் ஆக்ஸிகரண மாறுதல் கூடுதலடைகின்றது என்று அவர்கள் அறிந்தனர். அவர்களுக்குப்பின் க்ரப்ஸ் (Krebs) என்பவர் சிட்ரிக் அமிலப் பொருளைச் சேர்ப்பதால் அதே தன்மை இருக்கிறது என எடுத்துக்காட்டினார். எனவே இம் மாறுதலில் சிட்ரிக் அமிலம் திரும்பத் திரும்ப உண்டாக்கப்பட்டு வருவதால் இதற்கு 'சிட்ரிக் அமிலச் சுழல்' அல்லது 'ட்ரை கார்பாக்ஸைலிக் அமிலச் சுழல்' (tri carboxylic acid cycle) - சுருக்கமாக (TCA) என்றும்- க்ரப்ஸ் விவரித்ததால் 'க்ரப்ஸ் சுழல்' (Krebs Cycle) என்றும் பெயர் சூட்டப்பட்டுள்ளது.

முன்தோன்றிய 'பைரூவிக் அமிலத்தின்' கார்பாக்ஸில் இனம், (ca'boxy'e cooH) ஆக்ஸிகரணத்தின்மூலம் பிரிக்கப்பட்டு அது 'அஸிடிக் அமிலமாக' (acetic acid) மாற்றப்படுகிறது. இதன் மாற்றம் 'கார்பாக்ஸிலேஸ்' (carboxyl:se) எனும் என்ஸைமினுல் நடைபெறுகின்றது. இவ்வாறு தோன்றிய அஸிடிக் அமிலம் (B) 'பி' வைட்டமினிலுள்ள துணை என்ஸைம் A யுடன் இணைந்து, இயங்கும் அஸிடேட் அல்லது அஸிடில் துணை என்ஸைம் A யாக மாறுகிறது. இச்சுழலின் மாற்றங்கள் படிப்படியாகக் கீழே கூறிய முறையில் நடைபெறுகின்றது

1. 'ஆக்ஸலோ அஸிடிக் அமிலம்' இயங்கும் அஸிடேடுடன் துணை என்ஸைம் A யின் உதவியால் சிட்ரிக் அமிலமாக மாறுகின்றது. இம்மாற்றம் 'இறுக்கும் என்ஸைம்' (condensing enzyme) என்ற என்ஸைமின் முன்னிலையில் நடைபெறுகின்றது.

2. அகோனிடேஸ் (aconitase) எனும் என்ஸைம் சிட்ரிக் அமிலத்தைச் சிஸ் அகோனிடிக் அமிலமாகவும் (cis aconitic acid), பின்பு அதே என்ஸைம்மூலம் ஐசோசிட்ரிக் அமிலமாகவும் (iso citric acid) மாற்றப்படுகின்றது.

3 ஐசோ சிட்ரிக் அமிலம், 'ஐசோ சிட்ரிக் ஹைட்ரோஜினேஸ் எனும் என்ஸைம்மூலம் ஆக்ஸலோ சக்சினிக் அமிலமாகவும் (oxalo succinic acid) அதன் பின்பு ஐசோ சிட்ரிக் டீ ஹைடிரோஜினேஸ் என்ற என்ஸைம் மூலம் α கீடா க்ளூடாரிக் அமிலம் (α keta glutaric acid) என மாற்றப்படுகின்றது.

4. கீடா க்ளூடாரிக் அமிலம் α கீடா க்ளூடாரிக் டி ஹைடிரோஜினேஸ் (α keta glutaric di hydrogenase) என்ற என்ஸைம் உதவியால் சக்சினிக் அமிலமாக (succinic acid) மாறுகிறது.

5. 'சக்சினிக் டீ ஹைட்ரோஜினேஸ்' எனும் என்ஸைம் சக்சினிக் அமிலத்தை ஃப்யூமரிக் அமிலமாக (fumeric acid) மாற்றுகிறது.

6. ஃப்யூமரிக் அமிலம் 'ஃப்யூமரேஸ் (fumarase) எனும் என்ஸைம் உதவியால் மாலிக் அமிலமாக (malic acid)த் திரிகிறது.

7. மாலிக் அமிலம் 'மாலிக் டீ ஹைட்ரோஜினேஸ்' என்ஸைமால் ஆக்ஸலோ அஸிடிக் அமிலமாக மாற்றியமைக்கப்படுகிறது (DPN).

ஆக்ஸலோ அஸிடிக் அமிலம் அஸிடைல் துணை என்ஸை மினுல் மறுபடியும் சிட்ரிக் அமிலமாக மாறிச் சுழல் திரும்பத் திரும்ப நடைபெறுகிறது.

இச் சுழலின் பல பருவங்களில் கரியமில வாயு கழிவுப் பொருளாகத் தோன்றியும் ஹைட்ரஜனும் (நீர்வளி) வெளிப்படுத்தப் படுகிறது. ஹைட்ரஜன் ஆக்ஸிஜனுடன் இணைந்து தண்ணீராக மாறுகிறது. 'TPN' 'DPN' எனும் என்ஸைம்கள், செல் உள் நிறமி கள் (cytochrome', ப்ளேவோப்ரோடீன் என்ற வைட்டமின் முதலியவை இச்சுழலில் கிரியா ஊக்கிகளாகப் பயன்படுகின்றன. ப்ளேவோப்ரோடினும் செல் உள் நிறமியும் மைட்டோ காண்ட்ரியா வினுள் அமைந்து இந்தச் சுழலுக்கு உதவியாக இருக்கின்றன.

இச் சுழலில் பல நிலையில் புரதப் பொருள்களும், கொழுப்புப் பொருள்களும் இணைகின்றன. ஆகையால், தரசப் பொருள், கொழுப்புப் பொருள், புரதப்பொருள் இவைகளின் சிதைவு மாற்றம் சிட்ரிக் அமிலச் சுழலுடன் இணைக்கப்பட்டுளது. எனவே, சிட்ரிக் அமிலச் சுழலைச் சில சமயம் 'வளர்சிதை மாற்றத்தின் இருப்பிடம்' (metabolic pool) எனச் சொல்லலாம்.

தொகுப்பு 2

புரத வளர்சிதை மாற்றம்

(Metabolism of Protein)

உயிரினங்களுக்குப் புரதம் மிக அவசியமான தேவைப் பொருள் என்பதனுல்தான் இப்பொருளுக்குப் 'புரதம்' (protein-important) எனப் பெயரிடப்பட்டிருக்கிறது. புரோட்டோபிளாசம் உற்பத்திக்குப் புரதம் மிக்க அவசியமானது. ஆகையால் புரதத்தை உடல் கட்டுமானக் கற்கள் (building stones) என்று வர்ணிக் கின்றனர். இது செல்லினுள்ளும், செல்லிடைப் பொருளிலும், என்ஸைமினுள்ளும், தசையிலும், இரத்தத்தின் ஹிமோக்ளோ பினிலும் பைப்ரினோஜெனிலும், உடலில் எதிர்ப்புப் பொருள்கள் தோற்றிவைப்பதற்கும், கண்ணினுள் பார்வை பழுப்புப் பொருளுக் கும், ஹார்மோனிலும், நரம்பு இயக்கத்திலும் இன்னும் பல்வகை உயிர் இயக்கங்களிலும் முக்கியமான பாகத்தை ஏற்றுக்கொண்டு நடத்திவருகிறது.

புரதம் அமினே அமிலக் கூட்டணுவின் இணைப்பினுல் ஆக்கப் பட்டுள்ளது. அமினே அமிலத்தின் 'அமைன் இனம்' (amino

group-NH_2), என்றும் 'கார்பாக்ஸில் இனம்' (carboxyl group cooH) என்றும், இருவகை இனங்கள் கார்பன் அணுவினுல் (atom) இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. ஒவ்வொரு புரதக் கூட்டணுவிலும் நூற்றுக்கணக்கான அமினே அமில வகைகள் உள்ளன.

உயிரினத்திற்கு 23 வகை அமினே அமிலம் தேவையாக உள்ளன. அவற்றில் சில அமினே அமிலங்களை உடலினுள்ளேயே வேறு அமினே அமிலங்களிலிருந்தோ, மற்ற நைட்ரஜன் அற்ற உணவுப் பொருள்களிலிருந்தோ உடலில் உண்டாக்க இயலும். இவ்வகை அமினே அமிலத்தைத் 'தவிர்க்க முடியும் அமினே அமிலம்' அல்லது 'அவசியமற்ற (non-essential) அமினே அமிலம் எனக் கூறலாம். சிலவகை அமினே அமிலங்களை உடலினுள் தயாரிக்க இயலாது. அவைகளை நாம் உணவுடன் கட்டாயமாக உட்கொள்ளவேண்டும். ஆகையால், இவ்வகை அமினே அமிலத்தை 'தவிர்க்க முடியாத அமினே அமிலம்' அல்லது 'அவசியமான (essential) அமினே அமிலம்' எனக் கருதுகிருேம். 'வேலேன்' (valine), ல்யூசைன் (leucine), ஐஸோல்யூசைன் (isolucine) லேசைன் (lysine), மிதியோனேன் (methionine), த்ரியோனேன் (threonine), பெனிலலனேன் (phenylalanine). ட்ரிப்டோஃபேன் (tryptophane) எனும் அமினே அமிலங்கள் இன்றியமையாதவை. மேற்கூறிய இன்றியமையா அமினே அமிலத்தில் ஏதாவது ஒன்று குறைந்தாலும் உடலினுள் நடக்கும் புரத உற்பத்தி பாதிக்கப்படுகிறது; வளர்ச்சி குன்றுகிறது. உணவுப் பொருள்களின் சத்தின் அளவு உட்கொள்ளும் புரதத்தில் அமைந்திருக்கும் அமினே அமிலத்தின் தன்மையைக் கொண்டுதானுளது.

நாம் உட்கொள்ளும் புரதப் பொருள்கள் சீரண என்ஸைமினுல் நீர் பகுப்பு முறையினுல், அவைகளில் அமைந்திருக்கும் அமினே அமிலங்களாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன. மனித உடலில் பெப்சின், ரெனின், ட்ரிப்சின், எரிப்சின் முதலிய புரதச் சிதைவு என்ஸைம்கள் சிக்கலான புரதங்களை எளிய அமினே அமிலங்களாக மாற்று கின்றன. சிறுகுடலில் குடலுறிஞ்சிகளால் அமினே அமிலங்கள் உட்கவரப்பட்டு இரத்தத்துடன் சேர்ந்து, இரத்த ஓட்டமூலம் உடல் முழுவதும் எடுத்துச்செல்லப்பட்டு, திசுக்களை அடைகின்றன. தன் உடல் தேவைக்கு உள்ள அளவு அமினே அமிலத்தை ஒவ்வொரு திசுவும் எடுத்துக்கொண்டு புரோட்டோபிளாச உற்பத்திக்கு உபயோகிக்கின்றது. இவ்வாறு புரத உணவு வளர்ச்சி மாற்றம் அடைகின்றது.

வளரும் பருவத்திலும் நோய்வாய்ப்பட்டபின் குணமடையும் பருவத்திலும், மக்கட்பேறு பெற்றபின் குழந்தைக்குப் பால் ஊட்டும்

பருவத்திலும் அதிக அளவில் அமினோ அமிலம் உடலுக்குத் தேவைப்படுவதால் இப்பருவங்களில் அதிக புரதப் பொருளை உணவுடன் உட்கொள்ளவேண்டும். முதுமைப் பருவத்தில் வளர்ச்சி குன்றும் நிலையில் குறைந்த அளவு அமினோ அமிலத்தைத் தான் உடல் ஏற்றுக்கொள்கிறது. புரதத்தில் நைட்ரஜன் அடங்கி யிருக்கிறது. சராசரியாகப் புரதத்தில் 16 சதவிகிதம் நைட்ரஜன் அடங்கியிருக்கிறது. உடலில் சேமித்து வைக்க இயலாது என்ற காரணத்தால், நம் உணவில் நாள்தோறும் தேவையான புரதம் இருக்கவேண்டும். அதிகமான புரதம் உட்கொண்டாலும், தேவைக்கு மிகுதியான நைட்ரஜனானது உடம்பிலிருந்து கழிவுப் பொருளாக வெளியே அகற்றப்படுகிறது.

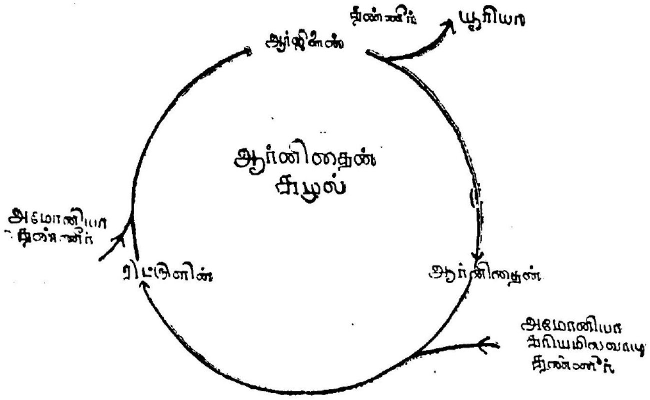
உடல் நலம் பேண உடலில் 'நைட்ரஜன் சமநிலை' (nitrogen-equilibrium) நிறுவப்படவேண்டும். அதாவது உணவுப் பொருள் களின்மூலம் கிடைக்கும் நைட்ரஜனும் கழிவுப் பொருளின்மூலம் வெளியே அகற்றப்படும் நைட்ரஜனும் சமநிலையில் இருக்கவேண் டும். உடலின் வளர்ச்சிப் பருவத்திலும் பட்டினி கிடந்த பின்பும், உணவுடன் எடுத்துக் கொள்ளப்படும் நைட்ரஜன் அளவு உடலி லிருந்து அகற்றப்படும் நைட்ரஜன் அளவைவிட அதிகமாக இருக்கும். இத்தன்மைக்கு 'கூடுதல் நைட்ரஜன் சமநிலை' (positive nitrogen balance) என்று பெயர். இதன் காரணமாக உட்கொள்ளும் கூடுதலளவு நைட்ரஜன் உடல் வளர்ச்சிக்கு உபயோகிக்கப்படுகிறது. பட்டினியிருக்கும்பொழுதும், நோய் வாய்ப்பட்டிருக்கும்பொழுதும் உடலிலிருந்து அகற்றப்படும் நைட்ரஜன், உட்கொள்ளும் நைட்ரஜன் அளவைவிட அதிகமாக இருக்கின்றது. இதற்குக் 'குறைந்த நைட்ரஜன் சமநிலை' (negative nitrogen balance) எனப் பெயர். ஏனெனில் உடலினுள் அதிகக் கணக்கில் புரதம் சிதைவுபட்டுக் கூடுதலளவு நைட்ரஜன் வெளிப் படுவதால் அகற்றப்படும் நைட்ரஜனின் அளவும் உட்கொள்ளும் நைட்ரஜனின் அளவும் ஒரே நிலையிலிருந்தால் அதை 'நைட்ரஜன் சமநிலை' என்று கூறுகிறோம்.

தரசம், கொழுப்பு, இவைகளைக் கூடுதலாக உட்கொண்டால் அவைகளின் சத்துப் பொருள்கள் அதிகப்படியாக உடலில் சேமித்துவைக்கப்பட்டு, பின்னர்த் தேவைப்பட்டால் அவைகள் பயன்படுகின்றன. ஆனால் புரதப் பொருள்களை உடலில் சேமித்து வைக்க இயலாது. இதன் காரணம் கொண்டுதான் புரத வளர் சிதை மாற்றம், தரச, கொழுப்பு வளர்சிதை மாற்றத்திலிருந்து வேறுபடுகிறது.

அமினே பிரிதல் (Deamin tion)

புரதப் பொருளோ, நைட்ரஜனே உடலில் சேமித்துவைக்க முடியாது என்ற காரணத்தினுல் உணவுடன் தேவைக்கதிகமாக உட்கொள்ளப்படும் புரதப் பொருள்கள் தேவைக்கு மிகுதியான அமினே அமிலமாக அமைகின்றன. இக் கூடுதலளவு அமினே அமிலம் கல்லீரலில் மாற்றமடைகின்றது. இப்பருவத்தில் 'டீ அமைனேஸ்' (deaminase) எனும் என்சைம் அமினே அமிலத்தின் அமினே இனத்தைப் பிரிக்கின்றது. இந்தப் பிரிக்கப்பட்ட அமினே இனம் கடைசியில் அமோனியாவாகத் தோன்கிறது. தோன்றிய அமோனியா, கரைந்த நிலையிலும், நச்சுத் தன்மை கொண்டிருப்பதால் திசுக்களுக்குத் தீங்கு உண்டாக்கக் கூடியதாக இருக்கிறது. தண்ணீர் வாழ் பிராணிகளில் தோன்றிய அமோனியா அதே நிலையில் கழிவுப் பொருளாக வெளியேற்றப் படுகிறது.

நிலவாழ்விகள் உடலில் கரைந்த நிலையிலுள்ள அமோனியா வானது திசுக்களுக்குக் குறைந்த அளவு தீங்கு விளைவிக்கும்



படம் 6. ஆர்னிதைன் சுழல்

தன்மை கொண்ட யூரியா (urea), யூரிக் அமிலம் (uric acid) எனப்படும் சிறுநீர் உப்பாக மாற்றப்படவேண்டும். யூரியா உற்பத்தி கல்லீரலில் நடைபெறுகிறது. 'கல்லீரலில் அமோனியா கரியமில வாயுவுடன் இணைக்கப்பட்டு யூரியாவாக மாறுகிறது. யூரியா உற்பத்தி ஒரு தொடர்ச்சுழலாக அமைகிறது. அத் தொடர்ச்

சுழலில் ஆர்னிதைன் (ornithine) என்ற பொருள் திரும்பத் திரும்ப உண்டாவதனுல் அதற்கு ஆர்னிதைன் சுழல்' (படம் 6) என்று பெயர்.

கல்லீரலில், ஆர்னிதைன் (ornithine), சிட்ருளின் (citrulline), அர்ஜினைன் (arginine) என்ற மூவகை அமினே அமிலங்கள் உள்ளன.

ஓர் அமோனியா கூட்டணுவும், ஒரு கரியமிலவாயுக்கூட்டணுவும் சேர்ந்து ஆர்ஜினைனை மாற்றுப்படுத்தி சிட்ருளினைக் கொடுக்கிறது. இச் சிட்ருளினுனது ஓர் அமோனியாக் கூட்டணுவுடனும், தண்ணீருடனும் இணைந்து ஆர்ஜினைன் ஆகிறது. தோன்றிய ஆர்ஜினைன் இரு பிரிவுகளாகப் பிரிந்து, யூரியாவாகவும் ஆர்னிதைனுகவும் மாறுகிறது விடுபட்ட ஆர்னிதைன் மறுபடியும் சுழலின் ஆரம்ப நிலையைத் தொடக்குகின்றது. ஆர்ஜினைன் உடை படுவதற்கு 'ஆர்ஜினேஸ்' (arginase) என்ற என்ஸைம் உதவு கின்றது.

நைட்ரஜன் பிரிக்கப்பட்டபின், தேங்கிய அமினே அமிலமும், தரச, கொழுப்புப் பொருள்களும் கல்லீரலில் உற்பத்தி செய்யப் பயன்படுகின்றன.

அமினே அமிலக் குறைவுநிலை (Amino Acid Deficiency)

உடலுக்குத் தேவையான அளவு புரதம் உணவாக எடுத்துக் கொள்ளப்படாவிடில், 'அமினே சிதைமுறை' எதிர்மாற்றம் அடைந்து, அமினே அமிலம் கல்லீரலில் உண்டாக்கப்படுகிறது. இத் தன்மைக்கு 'அமைனேஷன்' (amination) என்று பெயர். ஏதாவதோர் இனத்தைச் சார்ந்த உட்கொண்ட அமினே அமிலத்தின் நைட்ரஜன் பாகமானது, கல்லீரலில் சேமித்து வைக்கப்பட்டிருக்கும் 'கிளைகோஜனுடன் இணைக்கப்பட்டு, வேருெரு வகையைச் சேர்ந்த அமினே அமிலமாக மாற்றப்படுவதன் மூலம் அமினே அமிலம் உடலில் கல்லீரலினுல் உற்பத்தி செய்யப் படுகிறது. இம் முறையில் தேவையற்ற வகையினைச் சார்ந்த ஓர் அமினே அமிலம் அதே வகையைச் சேர்ந்த வேருேர் அமினே அமிலமாக மாற்றப்படுகிறது. ஆனுல், உடலுக்கு இன்றியமையாத தேவையான அமினே அமிலத்தை இம் முறையில் கல்லீரல் உற்பத்தி செய்ய முடியாது; ஆகையால், அது உணவுடன் கட்டாயமாக உட்கொள்ளப்படவேண்டும்.

தொகுப்பு 3

கொழுப்புப் பொருள் வளர்சிதை மாற்றம்

(Fat Metabolism)

உயிரினங்களுக்குச் சக்தியும் வெப்பமும் அளிக்கக் கொழுப்புப் பொருள்கள் நன்கு பயன்படுகின்றன. இப்பொருளில்தான் கூடுதலான கலோரி எண்ணிக்கை உள்ளது 1கிராம் கொழுப்பிலிருந்து 9·3 கலோரி சக்தி வெளிப்படுகின்றது. எளிய கொழுப்பு நீர்ப்பகுப்புமூலம் கொழுப்பு அமிலமாகவும், கிளிசிராலாகவும் பிரிகின்றது. கொழுப்பில் கார்பன், ஹைட்ரஜன், ஆக்ஸிஜன் அடங்கியுள்ளன. பொதுவாகக் கொழுப்பு அமிலத்தில் கார்பன், ஹைட்ரஜன், ஆக்ஸிஜன் நீண்ட சங்கிலிபோன்று இணைக்கப் பெற்றுள்ளன. ஆனால், அதில் ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் அதிகமாக இருந்தால் அவ்வகைக் கொழுப்பை 'பூரிதக் கொழுப்பு' (saturated fats) என்றும் குறைந்த அளவு கொண்ட கொழுப்பை 'அபூரிதக் கொழுப்பு' (unsaturated fats) என்றும் வேறுபடுத்துகிறோம்.

ஒவ்வொரு கொழுப்பு உணவிலும், ஒவ்வொரு வகைக் கொழுப்பு அமிலம் இருக்கிறது. வெண்ணெயில் புடைரிக் அமிலமும் (butyric acid), தேங்காய் எண்ணெய்யில் 'ஓடானிக் அமிலமும்' (otanic caid) மற்றத் தாவர எண்ணெய்களிலும், பிராணிக் கொழுப்பிலும் 'ஓலிக் அமிலமும்' (oleic acid) அமைந்திருக்கின்றன.

கொழுப்புப் பொருள் ஆக்ஸிகரணமடைவதால் கரியமில வாயுவும் தண்ணீரும் உண்டாக்கப்படுகின்றன. கொழுப்பு வளர்சிதை மாற்றத்தில் உண்டாக்கப்படும் தண்ணீர் அளவு, மற்ற உணவுப் பொருள்களின் வளர்சிதை மாற்றத்தில் தோன்றும் தண்ணீரின் அளவைவிட அதிகமாக இருக்கிறது. இக்காரணம் கொண்டு நிலவாழ்விகளின் உடலுக்குக் 'கொழுப்பு வளர்சிதை மாற்றத் தண்ணீர்' அதிகமாகக் கிடைக்கிறது. பாலைவாழ் பிராணிகளான ஒட்டகங்கள், இம்முறையில் கிடைக்கும் தண்ணீரினால்தான், அவைகளின் தண்ணீர்த்தேவை ஈடு செய்யப்படுகிறது.

உயிரின உடலினுள் கொழுப்புகளைச் சேமித்து வைத்துக் கொள்ள முடியும். ஆகையால் தினத் தேவைக்கு மிகுதியாகவே கொழுப்பை உணவுடன் எடுத்துக்கொண்டால் கூடுதலான கொழுப்புப் பொருள்கள் சீரணிக்கப்பட்டு, உடலினுள் பின் தேவையைச் சரிக்கட்ட சேமித்து வைக்கப்படுகின்றது. கொழுப்புப்

பொருள்கள் உள் உறுப்புகளைச் சுற்றியும், தோலுக்குக் கீழ் உறையாகவும், அடிபோஸ் திசுவாகவும் மாற்றப்படுகின்றன.

கொழுப்பு ஜீரணமடைவது கடினமானதோர் இயக்கம். மனிதனுடலினுள் இரைப்பை லிபேஸ், கணைய லிபேஸ் எனும் என்ஸைம்கள் கொழுப்பை எளிய பொருள்களான கொழுப்பு அமிலமாகவும், கிளைசிரலாகவும் மாற்றுகின்றது. கணைய 'கார உப்புக்கள்' (alkaline salts) இப்பொருள்களின் கூட்டணுக்களைத் தண்ணீர் கூட்டணுக்களுடன் இணையச் செய்வதன்மூலம் 'பால்மம்' (emulsion) உண்டாகின்றது. இம்மாற்றத்திற்குக் கல்லீரல் உப்புக்களும் துணைசெய்கின்றன. சீரணிக்கப்பட்ட கொழுப்புப்பொருள்கள் சிறுகுடலில் குடலுறிஞ்சிகளால் கவரப்படுகின்றன. கொழுப்புப் பொருள்கள் உட்கவரப்பட்டுக் குடற்பால் குழல்களால் உறிஞ்சப்பட்டுப் பின்னர் நிணநீர்க் குழல்கள்மூலமாக இடக் கழுத்துச் சிரையில் உள்ள இரத்தத்துடன் சேருகின்றன. இது இரத்தத்தினால் உடல் முழுவதும் எடுத்துச் செல்லப்பட்டு, கூடுதலளவு உள்ள கொழுப்புகள் சேமிக்கப்படுகின்றன. சிறிதளவு கொழுப்புப் பொருள்கள் கல்லீரலில் இரத்தத்தினால் எடுத்துச் செல்லப் படுகின்றன.

கொழுப்பு அமிலத்தில் மாற்றம்

சிறுகுடலில் நீர்ப் பகுப்புமூலம் உண்டாக்கப்படும் கொழுப்பு அமிலம் சிதைந்து ஆக்ஸிகரணமடைந்து தண்ணீராகவும் கரியமில வாயுவாகவும் மாற்றப்படுகிறது. இம்மாறுதல் சிட்ரிக் அமிலச் சுழலில் ஏற்படுகின்றது. இம்மாற்றத்தின் மூலம் அஸெடேட் தோன்றுகிறது. இப்பொருள் துணைஎன்ஸைம் A உதவியால் துரித அஸெடேடாக மாற்றப்பட்டு ஆக்ஸலோ அசிடிக் அமிலத்துடன் (oxalo aectic acid) இணைக்கின்றது. இம்மாற்றத்தினால்தான் இது சிட்ரிக் அமிலச் சுழலுடன் இணையப்படுகின்றது

ஆக்ஸலோ அசிடிக் அமிலம் தோன்றாத சமயத்தில், இரண்டு அஸெடேட் கூட்டணுக்கள் இணைந்து 'அஸெடோ அஸெடேட்' டாக (aceto acetate) மாறுகின்றன. அவை ஆக்ஸிகரணம்மூலம் கரியமிலவாயுவை இழந்து அஸெடோனாக (acetone) அமைகின்றன. இம்மாற்றத்திற்கு அஸெடைல் துணை என்ஸைம் A உதவி புரிகின்றது. தரசப் பொருள் இருக்கும் நிலையில் கொழுப்பு அமிலம் ஆக்ஸலோ அசிடிக் அமில ஆக்ஸிகரணமூலம் சிட்ரிக் அமிலமாக மாற்றுப்பட்டு, சிட்ரிக் அமிலச் சுழலில் இணைகிறது. இம்மாறுதல்கள் கல்லீரலில் நடைபெறுகின்றன. இம்மாற்றத்திற்கு 'ATP'யும், துணை என்ஸைம் A யும் வெகுவாகத் துணைபுரிகின்றன.

கிளிசிரால் மாற்றம்

சிறு குடலில் கொழுப்புப் பொருள்கள் சீரணிக்கப்பட்டு மாற்றப்பட்ட கிளிசிரால் கல்லீரலில் குளுகோஸாகவோ, கிளைகோஜனாகவோ மாற்றப்படுகின்றது. இம்மாற்றத்தில் கிளிசிரால் ATP-யின் வெளிப்படுத்தப்பட்ட பாஸ்பேட்டுடன் இணைந்து கிளிசிரால் பாஸ்பேட்டாக மாற்றப்படுகின்றது. கிளிசிரால் பாஸ்பேட்டானது கிளிசிரோ பாஸ்பேட் ஹைட்ரோஜினேஸ்' (glycerol phosphate hydrogenase) எனும் என்சைம்மூலம் 'ட்ரையோஸ் பாஸ்பேட்டாக' (trios phosphate) மாறுகிறது. இந்த ட்ரையோஸ் பாஸ்பேட் முன் விவரிக்கப்பட்ட கிளைகோஜன் சிதைவு முறையில் இணைந்து கடைசியாக 'பைரூவிக் அமிலமாக, மாற்றப்படுகின்றது.

தரசத்திலிருந்து கொழுப்பு இணையப்படுதல்

உடலினுள் தரசத்திலிருந்து கொழுப்பு உண்டாக்கப்படுகிறது. இவ்வுணவுப் பொருள் மாற்றம் 'பைரூவிக் அமில' ஆக்ஸிகரணத்தில் அஸெடைல் துணை என்சைம் A தோன்றி மாற்றத்தைத் தொடங்கி வைக்கின்றது. தரசத்தில் இருந்து கொழுப்பு உண்டாகின்றது. ஆனால் கொழுப்பில் தரசம் உண்டாவதில்லை.

பகுதி 3

சுவாச இயக்கம்

பிராணிகளின் ஒவ்வோர் இயக்கத்திற்கும் சக்தி மிகவும் தேவை. இவற்றிற்குத் தேவையான சக்தி, உடலில் அமைந்திருக்கும் புரோட்டோபிளாசத்தின் பொருள்களும், உணவுப் பொருள்களும் சிதைவு மாற்றமடைவதால் வெளிப்படுகின்றது. இம்மாற்றத்தில் உணவிலுள்ள கார்பன் ஆக்ஸிகரணமடைவதால் உணவுப் பொருளில் இணைக்கப்பட்டிருக்கும் சக்தி வெளிப்படுத்தப் படுகின்றது. கார்பன், ஆக்ஸிகரணத்தால் கரியமிலவாயுவும், தண்ணீரும் உருவாக்கப்பட்டு, அவைகள் கழிவுப் பொருள்களாக உடலிலிருந்து அகற்றப்படுகின்றன. இம்முறையில் கார்பன் ஆக்ஸிகரணமடைய ஆக்ஸிஜன் தேவைப்படுகிறது. ஆக்ஸிஜனை உடலின் வெளிப்புறச் சூழ்நிலையிலிருந்து பிராணிகள் பெற்றுக் கொள்ளுகின்றன. இவ்வாறு ஆக்ஸிஜனைப் பெற்றுக்கொண்டு கரியமிலவாயுவை அகற்றுவதைத்தான் நாம் பொதுப்படையாக 'சுவாசத்தின் குறிக்கோள்' என்று கூறுகிறோம். இது ஒருவிதத்தில் சரியே எனினும் உடற்செயலியல் நோக்குடன் பார்க்கின் சுவாசத்தின் குறிக்கோள் 'சக்தி வெளிப்படுத்துதலே' என்பது வெளிப்படை.

தொகுப்பு 1

ஆக்ஸிஜன் உடலுக்கும் சக்தி வெளியீட்டிற்கும் இன்றியமையாதது. ஆகையால் பிராணிகள் ஆக்ஸிஜன் கொண்ட நிலையில் தான் உயிர்வாழ இயலும். சூழ்நிலையை வைத்து 'ஏரோப்ஸ்' (aerobes) அல்லது 'காற்றுவாழ் உயிரினம்' எனவும், காற்றில்லா நிலையில் வாழும் பிராணிகளை 'அனேரோப்ஸ்' (anaerobes) அல்லது 'காற்றின்றி வாழும் உயிரினம்' என்றும் பண்டைக் காலத்தில் பிரிவுபடுத்தி வந்தனர். இப்பிரிவினையின்படி 'நாக்குப் பூச்சி' (ascaris) சிறுகுடலில் ஒட்டிக்கொண்டு உணவுண்டு காற்றற்ற

நிலையில் வாழ்ந்து வருவதால், அப்பூச்சி காற்றே இல்லாத சூன்ய நிலையில் வாழும் தன்மையது என்று கருதி அதைக் 'காற்றின்றி வாழும் உயிரினம்' என்று நம்பி வந்தனர். ஆனால் இக்கருத்தில் முழு உண்மையும் இல்லை. ஏனெனில் சிறுகுடலில் 100 சதவிகிதம் காற்றற்ற சூழ்நிலை இல்லை. அங்குக் குறைந்த அளவு ஆக்ஸிஜன் கிடைக்கிறது. இக்கருத்தினை மையமாகக் கொண்டு நாக்குப்பூச்சி காற்றற்ற நிலையில் வாழும் தன்மைகொண்டது எனக் கருதாது அது குறைந்த ஆக்ஸிஜன் சூழ்நிலையிலும் வாழும் தன்மைகொண்டது என்றுதான் கருதவேண்டும். காற்றற்ற முழு சூன்ய நிலையில் வாழும் உயிரினங்களுக்குக் 'காற்றின்றி வாழும் உயிரினம்' என்று கூறவேண்டுமெனில் அத்தகைய உயிரினமே இவ்வுலகில் கிடையாது என்று திண்மையாகக் கூறலாம்.

உடற்செயலியல் நோக்குடன் சுவாசத்தை ஆராயவேண்டுமானல் சுவாசம் என்பது சக்தி வெளிப்படும் தன்மை என்றுதான் கருதவேண்டும். இக்கருத்தை வைத்துச் சுவாசத்தை இருவகையாகப் பிரிவுபடுத்தலாம். (1) காற்றற்ற நிலையில் சக்தி வெளிப்படுதல் (anaerbic respiration) (2) காற்றுள்ள சூழ்நிலையில் சக்தி வெளிப்படுதல் (aerobic respiration).

(1) காற்றற்ற நிலையில் சக்தி வெளிப்படுதல்

சிறிதளவுகூடக் காற்றற்ற நிலையில் சக்தியை வெளிப்படுத்தி உயிர் வாழும் பிராணிக்குக் காற்றற்ற நிலையில் உயிரினச் சுவாசம் கொண்டது எனக் கூறலாம்.

நாக்குப்பூச்சி மனிதனின் சிறுகுடலில் 'ஒட்டுண்ணியாக' (parasite) வாழ்ந்து வருகின்றது. அதன் சுற்றுப்புறத்தில் உணவு சீரணவேதியியல் மாற்றங்கள் நடப்பதால் அது வாழ்வதற்கு வேண்டிய ஆக்ஸிஜன் மிகக் குறைந்த அளவில்தான் கிடைக்கிறது. அச்சூழ்நிலை குறைந்த காற்றுடைய சூழ்நிலையாய் இருப்பினும் அது வாழும் தன்மை பெற்றிருக்கிறது. அதன் இயக்கங்களுக்கு சக்தி அளிக்க, அதன் உடம்பினுள் அமைந்திருக்கும் தரசப் பொருள்கள் குளுகோஸ் சிதைவுமூலம் சக்தி வெளியிடப்பட்டு, அச்சக்தியைக் கொண்டு அப்பூச்சி உயிர் வாழ்கின்றது. ஆகையால் நாக்குப் பூச்சியை முழுமையாகக் காற்றின்றி வாழும் உயிரினம் என்று கூற முடியாவிடினும், மிகக் குறைந்த காற்றில் வாழும் உயிரினம் எனக் கூறலாம்.

'ஈஸ்ட்' எனும்(yeast) காடித் தாவரமானது சர்க்கரைத் திரவத்தில் உயிர்வாழ்கின்றது. அத்திரவத்திலிருந்து 'ஸைமேஸ்' (zymase) எனப்படும் 'என்ஸைம்' வெளிப்படுத்தப்பட்டு அது

காற்றற்ற நிலையில் சர்க்கரைப் பொருளை வேதியியல் மாற்றம் செய்து சாராயமாக மாற்றுகிறது. இவ்வேதியியல் மாற்றத்தில் சக்தி வெளிப்படுகிறது. காற்றற்ற ஆக்ஸிஜனைப் பயன்படுத்தாமலேயே சக்தி வெளிப்படுவதால், ஈஸ்ட்டை நாம் காற்றின்றி வாழும் உயிரினம் எனக் கூறலாம்.

காற்றற்ற சூழ்நிலையில் சக்தி வெளிப்படும் தன்மையை 'சுவாசம்' (respiration) என்று கருதினுல் எல்லாப் பிராணிகளின் உடலிலும் இம்முறைச் சுவாசம் நடைபெறுகின்றது. தசைச் சுருக்கம் நடைபெறும்பொழுது பல வேதியியல் மாற்றங்கள் ஆக்ஸிஜனை உபயோகிக்காமலேயே சக்தி வெளிப்படுத்த உதவுகின்றன. ஆகையால் தசைச் சுருக்கத்தின்போது காற்றின்றி சுவாசம் திண்மையாக நடைபெறுகின்றது. 'தசைகளின் சுருக்கம்' என்ற பிரிவில் பின்னர் இதைப்பற்றி விரிவாகக் காண்போம்.

(2) காற்றுள்ள சுவாச முறையில் சக்தி வெளிப்படுத்தல்

எல்லா உயிரினங்களுக்கும் அவைகளுக்குத் தேவையான சக்தியானது ஆக்ஸிகரணத்தின் மூலம்தான் பெரும்பகுதி கிடைக்கின்றது. நிலவாழ் பிராணிகளுக்கு சுற்றுப்புறக் காற்றிலிருந்தும், நீர்வாழ் பிராணிகளுக்குத் தண்ணீரிலிருந்தும் ஆக்ஸிஜன் கிடைக்கின்றது.

வாயு மாற்றத்தின் தன்மையைக் கொண்டு, சுவாசத்தை இரு பிரிவாகப் பிரிக்கலாம் : (1) நுரையீரல் சுவாசமாற்றம், (pulmonary resp ration) (2) திசுக்கள் சுவாச மாற்றம் (tissue respiration).

நுரையீரல் சுவாச மாற்றம்

நுரையீரலில் பல நுண் காற்றுப்பைகள் (alveoli) அமைந்துள்ளன. அவற்றின் சுவரில் இரத்தத் தந்துகிகள் இருக்கின்றன. உடலின் பல்வேறு பாகங்களிலிருந்து எடுத்து வரப்படும் இரத்தத்தில் கழிவு கரியமிலவாயு காற்றுப் பை தந்துகிகளுக்கு வந்தடைகிறது. வெளிக்காற்று, உள் சுவாசிப்பின் (inspiration) மூலம் காற்றுப் பைகளை அடைகின்றது. அதில் ஆக்ஸிஜன் இருக்கின்றது. காற்றுப் பையின் மெல்லிய சுவர்மூலம் ஆக்ஸிஜன் இரத்தத்தினுட் சென்று, இரத்தத்திலிருக்கும் கரியமிலவாயு காற்றுப் பைக்குள் செல்கின்றது. காற்றுப் பையிலிருந்து கரியமிலவாயு வெளிச்சுவாசத்தின்போது வெளியே செல்லும் காற்றுடன் அகற்றப்படுகின்றது. நுரையீரலிலும் செவுள்களிலும் (gills) இம்முறையில் ஆக்ஸிஜன் எடுத்துக்கொள்ளப்பட்டுக் கரியமிலவாயு அகற்றப்படுகிறது.

திசு சுவாச மாற்றம்

ஆக்ஸிஜன் கலந்த இரத்தமானது உடலிலுள்ள எல்லாத் திசுக்களுக்கும் இரத்த ஓட்டத்தின்மூலமாக எடுத்துச் செல்லப் பட்டுத் திசுக்களில் இரத்தத் தந்துகிகளில் அடங்கியிருக்கின்றது. திசுக்களில் சிதைவு மாற்றத்தால், கரியமிலவாயு வெளிப்பட்டு திசுக் களில் அடங்கியிருக்கின்றது. இரத்த தந்துகிகள் மெல்லிய சுவர் கொண்டிருப்பதால் இரத்தத்திலிருக்கும் ஆக்ஸிஜன் வெளிச் சென்று திசுவை அடைகின்றது. திசுவிலுள்ள கரியமிலவாயு இரத்தத்தினுட் செல்கின்றது. இம்முறையில் இரத்தத்திலுள்ள ஆக்ஸிஜன் வெளியேறிக் கரியமிலவாயு இரத்தத்தினுள் செல்கின்றது.

ஆக்ஸிஜன் கூடுதல் அடர்த்தி நிலையிலிருந்து குறைந்த அடர்த்தி நிலக்குச் செல்லும் தன்மையால் சுவாச உறுப்பிலும் திசு விலும் சுவாசமாற்றம் வேறுபட்டிருக்கின்றது.

தொகுப்பு 2

சுவாச உறுப்புகள்

எவ்வுறுப்பின்மூலம் ஆக்ஸிஜன் கிரகிக்கப்பட்டுக் கரியமில வாயு அகற்றப்படுகிறதோ அவ்வுறுப்பே 'சுவாச உறுப்பு' (repiratory organ) எனக் கூறுகிறோம்.

நுண் உடல் பிராணியினமான 'ப்ரோடசோவாவில்' (protozoa) உடம்பு மிக நுண்ணிய அளவில் இருப்பதாலும் அவை தண்ணீரிலேயே எப்பொழுதும் இருந்து வருவதாலும் உடம்பின் உட்பாகமானது தண்ணீரைவிடத் தொலையில் இல்லாமை யாலும் 'தண்ணீரில் கரைந்த நிலை ஆக்ஸிஜன்' (dissolved oxygen) உடல் வெளிப்புறத்தின் வழியாய் ஊடுருவிச் சென்று உட லினுள் உண்டாக்கப்பட்டிருக்கும் கரியமிலவாயுவினை வெளியே அகற்றுகிறது. 'சிலன்டிரேடா' (coelenterata)) எனும் 'குழல் உடலிகள்' தொகுதிப்பின் உயிரினங்கள் நிலையாக நீரில் வாழும் தன்மை கொண்டவையாதலால் உடம்பின் 'இரு படைச் செல்கள்' (diploplastic) எப்பொழுதும் தண்ணீரில் தொடர்பு கொண்டிருப் பதால் தண்ணீரில் கரைந்த ஆக்ஸிஜன் ஒவ்வொரு செல்லினாலும் ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்டபின் கரியமிலவாயு தண்ணீரினுள் செலுத் தப்படுகிறது. 'தட்டைப் புழுக்களில்' (flat worms) 'ப்ளானேரியா வின்' (planaria) உடல் தட்டையாகவும் உயரமற்றும் இருப் பதால் அதன் சூழ்நிலை தண்ணீரிலிருந்து ஆக்ஸிஜன் உடல் தோல் பரப்புமூலம் அதற்குக் கிடைக்கிறது. 'கணுக்காலிகள்' தொகுப்பில் (arthropoda) 'க்ரஸ்டேசியா' (crustacea) இனத்தில்

சைக்கிளாப்ஸ் (cyclops) போன்ற பிராணிகளில் உடல் மிக நுண்ணிய அளவில் இருப்பதால் சுவாசம் உடற் பரப்பின் மூலம் நடைபெறுகின்றது.

பெருவுடல் பிராணிகளுக்குச் சூழ்நிலை ஆக்ஸிஜன் உடலி லுள்ள பல்வேறு திசுக்களுக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகிறது. ஆக்ஸிஜன் கரியமில வாயுமாற்றம் சில உறுப்புகளில் நடை பெற்று ஆக்ஸிஜன் கலந்த நிலையில் உடலின் பல்வேறு திசுக் களுக்கு எடுத்துச் செல்லப்படவேண்டும். நில வாழ்விகள் காற்றி லுள்ள ஆக்ஸிஜனை நுரையீரல்மூலமும், நீர் வாழ்விகள் செவுள் மூலமும் பெற்றுக்கொள்கின்றன.

நீர் வாழ்விகளான 'வளையத் தசைப் புழுத் தொகுப்பில் (annelida) உடல் சுவரிலிருந்து பிளவுபட்ட மெல்லிய சுவர்களால் ஆன இரத்தம் கொண்ட செவுள்கள் சூழ்நீரில் கரைந்திருக்கும் ஆக்ஸிஜனை உட்கவர்ந்து இரத்தத்தின் கரியமில வாயுவை வெளியே அகற்றுகின்றன. 'மெல்லுடலிகள்' (mollusca) தொகுப் புப் பிராணிகளான நீர் நத்தை, நன்னீர்மட்டி (F.W. mussel) முதலி யவற்றில் 'மான்டில் வெற்றிடத்தில் (mantle cavity) ஒன்ரோ இரண்டோ அமைந்திருக்கும் 'செவுள் தட்டு' (ctenidia) எனும் மென்சுவர் இரத்தக் குழல்கள் கொண்ட செவுள்களால் சுவாசம் நடைபெறுகிறது.

'முள் தோலிகள்' (echinodermata) தொகுப்பில் தோலி லிருந்து விரல்போன்ற பல நுண் உறுப்புகளான 'டெர்மல் பராங்கியே' (dermal bronchiae) எனும் மெல் சுவர் கொண்ட அமைப்பினுல் சுவாசம் நடைபெறுகின்றது. 'தாழ்நிலைத் தண்டுடலி களான' (primitive protochordates) ஆம்பியாக்ஸஸ் (amph oxus) எனும் கடல்வாழ் உயிரினத்தின் தொண்டையின் பக்கச் சுவரில் ஏராளமான செவுள்கள் இரத்தக் குழல்களால் சூழப்பட்டிருப் பதால் கடல்நீர் செவுள்வழியே செல்லச் சுவாசம் நடைபெறு கின்றது.

மீனினத்தின் (pisces) தொண்டையினிரு புறத்திலும் செவுள் கள் உள்ளன. அவைகளில் மெல் சுவர் கொண்ட இரத்தக் குழல் களோடு கூடிய பல இழைகள் உள்ளன. மீனுனது தண்ணீரை வாயினுள் செலுத்தித் தொண்டையிலிருந்து செவுள் பிளவுகள்வழி யாக வெளியே அகற்றத் தண்ணீரில் கரைந்திருக்கும் ஆக்ஸிஜன் இரத்தத்தினுல் பெற்றுக்கொள்ளப்பட்டுக் கரியமிலவாயு அகற்றப் படுகிறது.

நிலவாழ்விகளான 'தண்டுடலிகளில்' (vertebrata) மீனைத்தவிர மற்ற இனப் பிராணிகளும் கணுக்காலிகள் இனத்தில் அறுகாலிகள் சிலந்தி வகைகள், மெல்லுடலிகளில் சில நத்தைகள் காற்றிலிருந்து சுவாசத்திற்கான ஆக்ஸிஜனைப் பயன்படுத்துகின்றன. அறுகாலி இனத்தைத் தவிர மற்றவைகளில், இரத்தம் ஆக்ஸிஜனை எடுத்துச்செல்லப் பயன்படுகிறது. வெளிக் காற்று சுவாசப்பாதை வழியாகச் சென்று காற்றுப் பையை அடைந்து அதன் ஆக்ஸிஜன் இரத்தத்திஞல் கவரப்பட்டுக் கரியமிலவாயு வெளிச் சுவாசக் (expiration) காற்றுடன் அகற்றப்படுகிறது. அறுகாலிகளில் இரத்தத்திற்கு ஆக்ஸிஜனை எடுத்துச் செல்லும் வேலை கிடையாது. அறுகாலி இனத்தில் உடம்பின் பக்கவாட்டில் 10 ஜோடி சுவாசத் துளைகள் இருக்கின்றன. அவை சுவாசக் குழல்களுடன் (trachea) தொடர்ந்து இருக்கின்றன. இச்சுவாசக் குழாய்கள் உடலினுள் சென்று திரும்பத் திரும்பப் பிரிந்து திசுக்களில் நுண்குழல்களாக (tracheoles) அமைகின்றன. சுவாசக் குழல்களின் வெளிப்புறம் கடினமான வெளிமேல்தோல் (cuticle) இழை சுழன்று அமைக்கப்பட்டிருப்பதால், குழல் எப்பொழுதும் திறந்த நிலையில்அமைந்திருக்கிறது. நுண் குழல்களான ட்ரக்கியோல் மெல்சுவர் கொண்டு 'க்யூடிகல்' இழை அற்று இருக்கின்றது. சுவாசத்தின்பொழுது உடலின் முதுகுப்புறம் கீழ்நோக்கியும், மேல்நோக்கியும் உந்தப்படுவதால் வெளிக்காற்று சுவாசத் துவாரங்கள்மூலம், சுவாசக் குழல், நுண்குழல்கள் வழியாக நேரடியாக திசுவை அடைவதால், அதில் அடங்கியிருக்கும் ஆக்ஸிஜன் திசுவிஞல் கவரப்பட்டு திசுவினின்று கரியமிலவாயு பின்னேக்கி வெளியே அகற்றப்படுகிறது. இச்சுவாச முறை 'ட்ரகியா' கொண்ட கணுக்காலிகளில் நடைபெறுகின்றது. காற்று நேரடியாக குழல்களில் அமைந்திருக்கும் ஒரு வகை திரவத்தால் திசுவிற்கு எடுத்துச்செல்லப்பட்டு விடுவதால் இரத்தத்திற்கு ஆக்ஸிஜனை எடுத்துச்செல்லும் வேலையில்லை.

தொகுப்பு 3

வாயுக்களை எடுத்துச்செல்லும் முறை

(Transport of Gases)

சுவாச உறுப்புகளிலிருந்து ஆக்ஸிஜனைக் கிரகித்துத் திசுக்களுக்கு எடுத்துச் சென்று திசுவிலிருக்கும் கரியமிலவாயுவைச் சுவாச உறுப்புக்களுக்கு எடுத்துச்செல்ல 'இரத்தஓட்ட மண்டலம்' பயன்படுகின்றது.

பிரிவு அ
ஆக்ஸிஜனை எடுத்துச்செல்லும் முறை
(Transport of Oxygen)

பல உயிரினங்களுக்கு வெளிச் சூழ்நிலையில் ஆக்ஸிஜன் கிடைக்கின்றது. நிலவாழ் பிராணிக்களுக்குக் காற்றிலும், நீர்வாழ்விகளுக்குத்தண்ணீரிலும்கரைந்தஆக்ஸிஜன் கிடைக்கின்றது. கிடைக்கக்கூடிய தேவையான ஆக்ஸிஜன் இரத்தத்தில் உள்ள நிறமிகள் உதவியால் ஏற்றுக்கொள்ளப்படுகின்றது. இந்நிறமிகளை 'சுவாச நிறமிகள்' (respiratory pigments) எனக் கூறுகிறோம். இந் நிறமிகளின் முக்கியமான இயல்பு என்னவெனில் எங்கு ஆக்ஸிஜன் அதிக 'அடர்த்திநிலையில்' (tension) இருக்கின்றதோ அங்கு அதைக் கிரகித்து நிலையற்ற வேதியியற் கூட்டுப் பொருளாக (unstable compound) மாறி எங்கு ஆக்ஸிஜின் குறைவான அடர்த்தி நிலையில் உள்ளதோ அங்கு ஆக்ஸிஜனை எளிதாக வெளியிடுகின்றது. சுவாச உறுப்பில் ஆக்ஸிஜன் அடர்த்தி நிலை கூடுதலாக இருப்பதால் அங்கிருந்து ஆக்ஸிஜனைப் பெற்றுக்கொண்டு திசுக்களில் அதன் அடர்த்திநிலை குறைவாய் இருப்பதால் அங்கு வெளிப்படுத்தித் திசுக்களுக்கு ஆக்ஸிஜனை அளிக்கின்றது.

பிராணிகளில் பல்வேறு சுவாச நிறமிகள் உள்ளன. அவைளாவன : 'ஹீமோக்ளோபின்' (haemoglobin), 'ஹீமோஸையானின்' (haemocyanin), க்ளோரோக்ருவானின் (chlorocruanin) ஹீமோ எரித்ரின் (heamo erythrin).

சுவாச நிறமிகள் புரதப்பொருள் கொண்டவை. அதில் புரதம் கொண்டபாகம் 'ப்ரோஸ்டிக்' (prosthetic) இனத்துடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றது. ப்ரோஸ்தடிக் இனமானது உலோகப் பொருளால் ஆகியது. இதுதான் ஆக்ஸிஜனை இணையச் செய்யவும் விடுவிக்கவும் செயல்படுகின்றது.

ஹீமோக்ளோபின் (Haemoglobin)

பொதுவாக அநேக பிராணிகளில் ஆக்ஸிஜனை எடுத்துச் செல்ல ஹீமோக்ளோபின் இரத்தத்தில் அமைந்திருக்கின்றது. இது முதுகெலும்புள்ள பிராணிகளான மீனினம், நிலநீர் வாழ்விகள், ஊர்வன, பறவைகள், பாலூட்டிகள் முதலியவற்றில்சிவப்பு இரத்த அணுக்களில் (R B.C.) அமைந்துள்ளன. வளையப்புழு தொகுப்பில் மண்புழுவில் ஹீமோக்ளோபின் பிளாஸ்மாவில் கரைந்த நிலையில் இருக்கின்றது. நுண்ணுடலியான பரமீசியத்திலும், ஹீமோக்ளோபின் உள்ளதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. ஹீமோக்ளோபினில் 'ஹிமேடின்' என்ற இரும்பு உலோகம் கொண்ட ப்ரோஸ்தடிக் இனம் 'க்ளோபின்' (globin) எனும் புரதத்துடன்

இணையப்பட்டிருக்கின்றது. ஹீம் கரையும் தன்மையற்றது. ஆனுல் எளிதில் ஆக்ஸிஜனுடன் இணையும் தன்மை கொண்டது. குளோபின் கரையும் தன்மை கொண்டது; ஆக்ஸிஜனை எளிதில் வெளியிடும் தன்மை கொண்டது. இவ்வாறு மாறுபட்ட குணுதிசயங்கள் கொண்டிருப்பதால்தான் ஹீமும், குளோபினும். ஆக்ஸிஜனைப் பெற்றுக்கொள்வதற்கும் வெளிப்படுத்துவதற்கும் நன்கு பயன்படுகின்றன. ஹீம் கூட்டணுவிலுள்ள ஒவ்வோர் இரும்பு உலோக அணுவும் ஒரு கூட்டணு ஆக்ஸிஜனை எடுத்துச்செல்லும் தன்மை கொண்டிருப்பதால் தான் பிராணிகளின் சுவாச நிறமிகளிலேயே ஹீமோகுளோபின் ஆக்ஸிஜன் எடுத்துச் செல்லும் ஆற்றலுக்கு முதலிடம் பெற்றிருக்கிறது. பாலூட்டிகளில் ஒவ்வொரு 100 c.c. இரத்தத்தில் 25 c.c. ஆக்ஸிஜனை, ஹீமோக்ளோபின் கிரகித்துக் கொள்ள முடியும். மனிதனின் உடலில் 100 c.c இரத்தத்தில் 18·5 c.c. ஆக்ஸிஜனை ஹீமோக்ளோபின் கிரகித்துக்கொள்கிறது.

ஹீமோக்ளோபின் கொண்ட இரத்தமுடைய பிராணிகளில் எல்லாவற்றிலும் அது ஒரே வேதியியல் அமைப்புக் கொண்டதாய் இல்லை. ஒவ்வொரு பிராணியிலும் சிறிது மாற்றம் உடைய வேதியியலமைப்பு கொண்டு உள்ளது. இம்மாற்றம் புரதப் பொருளில் காணப்படுகிறது. ஹீமோக்ளோபின் சிவப்பு அணுக்களில் மட்டுமின்றித் தசைகளிலும் உள்ளன. இதன்மூலம் அது தசைகளுக்குத் தேவையான ஆக்ஸிஜனை அளிக்கும் ஆற்றல் பெற்றுள்ளது.

எங்கு அதிக ஆக்ஸிஜன் அடர்த்தி நிலையிலிருக்கின்றதோ அங்கு ஹீமோக்ளோபின் ஆக்ஸிஜனைக் கவர்ந்து 'ஆக்ஸிஹீமோக்ளோபின் (oxy haemoglobin) எனும் நிலையற்ற வேதியியல் பொருளாக மாறுகிறது.

$$Hb + 02 \longrightarrow Hb0_2$$

ஹீமோக்ளோபின் + ஆக்ஸிஜன் ⟶ ஆக்ஸி-ஹீமோக்ளோபின்

இந்நிகழ்ச்சி சுவாச உறுப்புகளில் நடைபெறுகின்றது.

எங்கு ஆக்ஸிஜன் அடர்த்திநிலை குறைவாக இருக்கின்றதோ அங்கு ஆக்ஸி ஹீமோக்ளோபின் ஆக்ஸிஜனை வெளிப்படுத்தி ஹீமோக்ளோபினுகத் திரும்பவும் மாறுகின்றது.

$$Hb0_2 \longrightarrow Hb - 0_2 \uparrow$$

ஆக்ஸிஹீமோக்ளோபின் ⟶ ஹீமோக்ளோபின் + ஆக்ஸிஜன் ↑

இந்நிகழ்ச்சி திசுக்களில் நடைபெறுகின்றது. ஹீமோக்ளோபின் சிவப்பு நிறமாகவும் ஆக்ஸிஹீமோக்ளோபின் கரும் சிவப்பு நிறமாகவும் இருக்கின்றன.

ஹீமோக்ளோபின் ஆக்ஸி ஹீமோக்ளோபினாக மாறுவதற்கும் ஆக்ஸிஹீமோக்ளோபின் ஹீமோக்ளோபினாகத் திரும்புவதற்கும் அழுத்தம், வெப்பம், pH முதலியவைகளின் தன்மை மிகவும் தேவையான ஒன்றாகும். வெப்பநிலை கூடுதலடைந்தாலும் அமிலநிலை ஏற்பட்டாலும் அழுத்தம் கூடினாலும், ஹீமோக்ளோபினின் பிரிவு சுலபமாகவும் வேகமாகவும் நடைபெறுகின்றது. இதன் காரணமாகத்தான் வெப்பநிலை உடல்பிராணிகள் தட்பநிலை உடல்பிராணிகளைவிட அதிகமான அளவு ஆக்ஸிஜனைப் பெற்றுக்கொள்ள இயலுகிறது.

ஹீமோஸையானின் (Haemocyanin)

இவ்வகை சுவாச நிறமிகள் கணுக்காலி இனத்தைச் சார்ந்த 'க்ரஸ்டேஷியா' இனத்திலும், மெல்லுடலிகளின் இரத்த பிளாஸ்மாவில் கரைந்த நிலையிலும் உள. இதன் ப்ரோஸ்தடிக் இனம் செம்பு உலோகத்தினாலானது; இது நிறமற்றது. ஆக்ஸிஜனை கிரகித்து இது ஆக்ஸி ஹீமோஸையானினாக மாறும்பொழுது வெளிறிய நீலநிறம் கொண்டுளது. இரு அணு செம்பு உலோகம் ஒரு கூட்டணு ஆக்ஸிஜனைக் கிரகிக்கும் தன்மைகொண்டது. நத்தை இரத்தத்தில் ஹீமோஸையானின் 2 சதவிகிதம் ஆக்ஸிஜனைக் கிரகிக்கும் தன்மை கொண்டது.

க்ளோரோக்ருவானின் (Chlorocruanin)

இவ்வகைச் சுவாசநிறமி வளையத்தசைப் புழுக்களின் பிளாஸ்மாவில் கரைந்த நிலையிலும், நண்டுகளின் கல்லீரலிலும் இருக்கின்றது. இதன் ப்ரோஸ்தடிக் இனம் இரும்பு உலோகம். இது பச்சை நிறம் கொண்டது. ஆக்ஸிஜனுடன் இணைந்து ஆக்ஸிக்ளோரோக்ருவானின் கரும் பச்சை நிறமுடையதாக இருக்கிறது. இதற்கு 9 சதவிகிதம் ஆக்ஸிஜனைக் கிரகிக்கும் தன்மையுள்ளது.

ஹீமோ எரித்ரின் (Haemoerythrin)

இச்சுவாச நிறமி சில வளையத்தசைப் புழுக்களில் பிளாஸ்மாவில் கரைந்த நிலையில் அமைந்திருக்கின்றது. இது இரும்பு உலோகம் கொண்டது. ஹீமோ எரித்ரின் நிறமற்றும் ஆக்ஸி ஹீமோ எரித்ரின் சிவப்பு நிறமுடையதாகவும் இருக்கின்றன. அதன் ஆக்ஸிஜன் கிரகிக்கும் தன்மை மிகக் குறைவு. மூன்று அணு இரும்பு உலோகம் ஒரு கூட்டணு ஆக்ஸிஜனைக் கவரமுடியும்.

எல்லாச் சுவாச நிறமிகளின் முக்கியமான குணம் என்னவெனில் அவைகளின் வேதியியல் மாற்றம் எளிதில் திரும்பப் பெறுவதேயாம். இத்தன்மை கொண்டது என்பதால்தான் ஆக்ஸிஜனைப்

பெற்றுக்கொள்ளவோ, வெளிவிடவோ அவைகளால் எளிதில் முடிகின்றது.

பிரிவு ஆ

கரியமிலவாயு எடுத்துச் செல்லும் முறை

ஆக்ஸிஜனை எடுத்துச் செல்ல ஹீமோக்ளோபின் உதவுவது போல் கரியமிலவாயுவை எடுத்துச்செல்ல எளிய தனிப்பட்ட ஒரு பொருளும் உடலில் இல்லை திசுவின் ஆக்ஸிகரணத்தின்மூலமும், உணவு வகைகளின் வளர்சிதை மாற்றங்களினுலும் கரியமிலவாயு கழிவுப் பொருளாகத் திசுக்களில் தோன்றுகிறது. அவ்வாறு தோன்றியவற்றில் சிறிதளவு உயிர் இயக்கங்களுக்குப் பயன் படுத்தப்பட்டபின் எஞ்சியுள்ள பெரும்பகுதி கழிவுப் பொருளாக வெளியேற்றப்படுகின்றது. கழிவுப் பொருளை அதே காற்றுநிலையில் உடலினின்றும் அகற்றுதல் இயலாதவொன்று. எனினும் கரியமில வாயு மிகுதிநிலையில் தண்ணீரில் உடனே கரைகிறது. திசுத் திரவத்தின் நீரில் கரியமில வாயு மிகுதிநிலையில் தண்ணீரில் உடனே கரைகிறது. திசுத் திரவத்தின் நீரில் கரியமிலவாயு உடனே கரைந்து 'கார்பானிக் அமிலமாக' (carbonic acid) மாறுகிறது.

$$2\,CO_2 + 2\,H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3 + H^+HCO_3^-$$

H^+ ஹைட்ரஜன் அயனி

HCO_3^- பை கார்பனேட் அயனி

கார்பானிக் அமிலம் எளிதாகக் கரியமிலவாயுவை வெளிப் படுத்தும் இயல்பு கொண்டது. மேலும் இந்த அமிலம் ஹைட்ரஜன் அயனியை வெளியிடுகின்றது. இம்முறையினுல் திசுவில் pH குறைக்கப்படுகிறது.

திசுக்கள் கரியமிலவாயுவைத் தொடர்ந்து வெளிப்படுத்திக் கொண்டிருக்கின்றன. இவ்வாயுவின் அளவு அதிகரிக்க அது நான்கு முறையில் மாற்றமடைகின்றது.

1. இரத்தப்பிளாஸ்மாவில் கரியமிலவாயு கரைந்து 'தெவிட்டு நிலை' (saturation) அடைகின்றது.

2. நீருடன் கலந்து கார்பானிக் அமிலம் உண்டாகி, ஹைட்ரஜன் அயனிகள் வெளிப்படுத்தப்படுகின்றன.

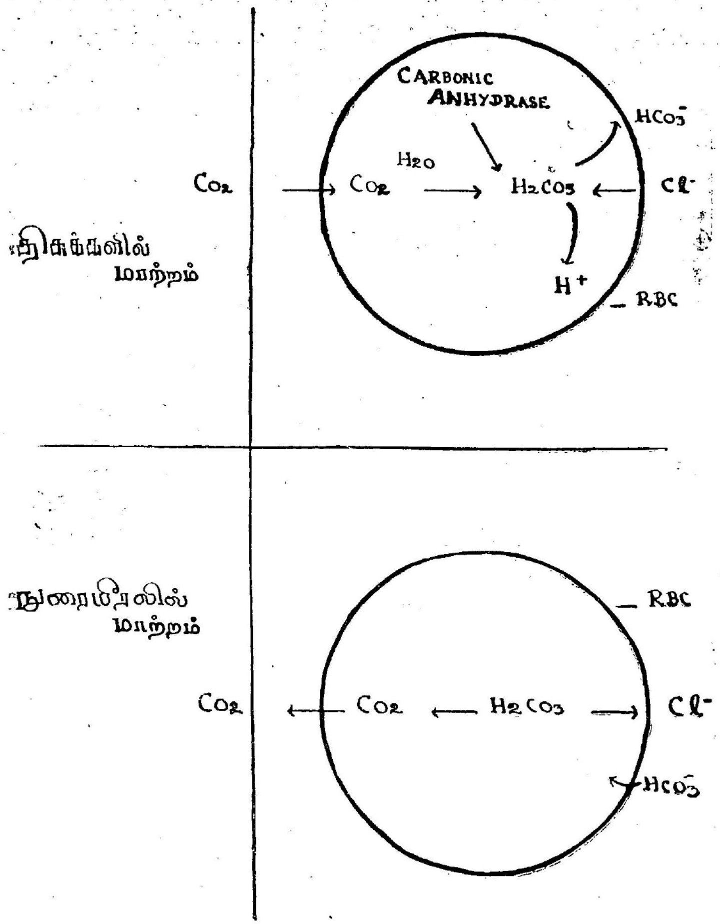
3. இரத்தத்தின் கார உப்புக்கள் கார்பனேட்டாகவும், பை கார்பனேட்டாகவும் மாறுகின்றன.

4. சில இரத்தப் புரதங்கள் கரியமிலவாயுவுடன் இணைந்து கார்பன் அமினோ வேதியியற் பொருள்களாக மாறுகின்றன. இம் முறைகள்மூலம் எவ்வளவு கூடுதலளவு கரியமிலவாயு உற்பத்தி செய்யப்பட்டிருந்தபோதிலும் அவைகள் சரிவர ஈடுசெய்யப் படுகின்றன.

திசுக்களில் கரியமில வாயு உற்பத்தியாகவும், அது நீரில் கரைந்து கார்பானிக் அமிலமாக மாறுகிறது. கார்பானிக் அமிலம் கூடுதலடைய 'கார்பானிக் அன்ஹைட்ரேஸ்' (carbonic unhydrase) எனும் என்ஸைம் இரத்தத்தின் சில உப்புக்களை பை-கார்பனேட்' (bi-carbonate) உப்புக்களாக மாற்றுகிறது. இம் முறையில் பை-கார்பனேட் உப்புக்கள் உண்டாவதால், பிளாஸ்மாவில் கார்பானிக் அமிலம் குறைவதால் திசு மேலும் உற்பத்தியாகும் கரியமில வாயுவைக் கிரகித்துக்கொள்ளும் நிலையை அடைகின்றது.

குளோரைடு மாற்றம் (Chloride shift)

திசுவில் உற்பத்தியாகும் கரியமிலவாயு கார்பானிக் அமிலமாகி பிளாஸ்மாவில் சோடியம் உப்புக்களை சோடியம் பை கார்பனேட் உப்புக்களாக மாற்றுகின்றது. சோடியம் பை கார்பனேட் உப்புக்கள் அதிக அளவில் உண்டாக்கப்பட்டால் மென்மேலும் கரியமில வாயு கிரகிக்க முடியாதபடி அமைந்துவிடும். ஆகையினால் பிளாஸ்மாவின் சோடியம்-பை கார்பனேட் உப்புக்கள் மேல் வரம்பை எட்டியநிலை அடையும்பொழுது மேலும் கரியமில வாயுவைக் கிரகிக்க முடியாத நிலையை அடைகின்றது. இந்நிலையில் பை கார்பனேட் அயனிகள் பிளாஸ்மாவை விட்டுச் சிவப்பு இரத்த அணுக்களின் வெளி மேல் சுவர் வழியாக ஊடுருவிச் சென்று சிவப்பு இரத்த அணுவில் அமைந்திருக்கும் பொட்டாசியத்துடன் இணைந்து பொட்டாசியம் பை-கார்பனேட்டாக மாறுகின்றன. இம் முறையால் பிளாஸ்மாவில் சோடியம்-பை-கார்பனேட் உச்சநிலை குறைக்கப்படுவதால் திசுவில் மேலும் உற்பத்தியாகும் கரியமில வாயுவைக் கிரகிக்கும் நிலை ஏற்படுத்தப்படுகிறது. சிவப்பு இரத்த செல்லினுள் பை கார்பனேட் அயனிகள் கூடுகின்றன. இந்நிலையினைத் தவிர்க்க பிளாஸ்மாவிலுள்ள குளோரைடு (chloride) அயனிகள் இரத்தச் சிவப்பு அணுக்களின் சுவர்மூலம் உட்செல்வதால் அதனுள்ளிருக்கும் பை கார்பனேட் அயனி பிளாஸ்மாவினுல் செலுத்தப்படுகின்றது. குளோரைடு அயனிகளில் மாற்றம் ஏற்படுவதன்மூலம், மேலும் கரியமிலமாயு சிவப்பணுக்களின் உட்செல்ல இயலும். இம் முறைக்குக் 'குளோரைட் மாற்றம்' என்று பெயர். (படம் 7) இம்முறையை 'ஹாம்பர்கர்' (Hamburger) என்பவர் முதலில் கண்டுபிடித்ததால் இதற்கு 'ஹாம்பர்கர் நிகழ்ச்சி' (Hamburger phenomenon) என்றும் பெயர் உண்டு.



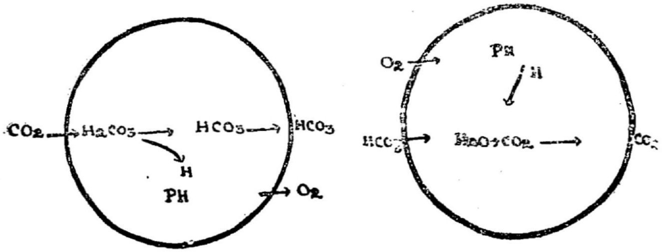
படம் 7. குளோரைடு மாற்றம்

போர் விளைப்பயன் (Bohr Effect)

திசுக்களில் கரியமிலவாயு கார்பானிக் அமிலமாக மாற்றப்பட்டுப் பின்னர் பிளாஸ்மாவின் சோடியம் குளோரைடு உப்புக்கள் சோடியம் பை கார்பனேட்டாக மாறி அதன் அளவு உச்சநிலையை அடைய பிளாஸ்மாவிலிருந்து பை கார்பனேட் அயனி இரத்தச் சிவப்பணுக்களினுள் சென்று பொட்டாசியம் உப்புக்களைப் பொட்டாசியம் பை-கார்பனேட்டாக மாற்றமடையச் செய்வதை முன்னரே கண்டோம். சிவப்பு அணுக்களில் ஹீமோக்ளோபின் அடர்த்தியாக நிரப்பப்பட்டுளது. கரியமில வாயு உட்செல்வதன்மூலம் பை

கார்பனேட் உண்டாவதனுல் சிவப்பு இரத்த அணுக்களினுள் அமிலத்தன்மை கூடுதலடைகிறது. இக் கூடுதல் அமிலத் தன்மை ஆக்ஸிஹீமோக்ளோபினை, ஹீமோக்ளோபினுக மாற்றும் நிலையை ஏற்படுத்துவதால் ஆக்ஸிஜின் வெளிப்பட்டு அது திசுக்களுக்குக் கிடைக்கும் நிலை ஏற்படுகிறது.

இவ்வாறு பை கார்பனேட் அயனிகள் நிறைந்த சிவப்பு அணுக்கள் சுவாச உறுப்புகளை அடையும்பொழுது பை கார்பனேட் அயனிகள் அதன் சுவரின்மூலம் பிளாஸ்மாவை அடைந்து சோடியம் பை கார்பனேட் உப்பு கார்பானிக் அமிலத்தை அகற்ற, கார்பானிக்அமிலம் எளிதில் பிரிந்து கரியமிலவாயுவைப் பிரிக்கின்றது. கரியமிலவாயு சுவாச உறுப்பினுள் அகற்றப்படுகிறது. இம்மாற்றத்தால் சிவப்பு அணுக்களில் பை கார்பனேட் உப்புக்கள் குறைவதால் அது காரத் தன்மை அடைய ஆக்ஸிஜனைப் பெற்றுக் கொள்ளுத் ஆற்றல் கூடுவதால் சுவாச உறுப்பிலிருந்து ஆக்ஸிஜனைக் கிரகித்து ஹீமோக்ளோபினுக மாறுகிறது. எளிதில் திசுக்களுக்கு ஆக்ஸிஜனைக் கொடுக்கும் தன்மைக்குப் 'போர்வினைப் பயன்' (Bohr-effect) என்று பெயர்.



படம் 8. போர்வினைப் பயன்

நீருக்கும் கரியமில வாயுவுக்கும் இயல் மாற்றத்தை ஏற்படுத்துவதற்குச் சிவப்பு அணுக்களுள் கார்பன் அன்ஹைட்ரேஸ் எனும் 'ஸின்க்' (zinc) கொண்ட ஒரு என்ஸைம் கிரியா ஊக்கம்மூலம் எளிதாக்குகின்றது.

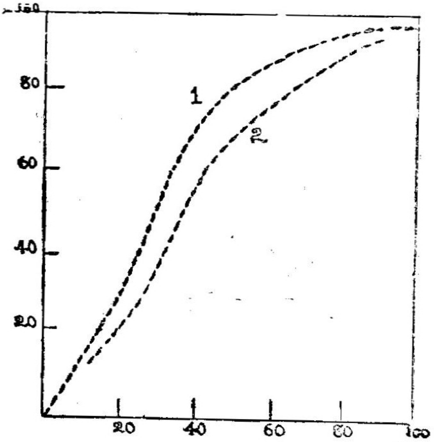
பிரிவு இ

ஆக்ஸிஜன் எடுத்துச் செல்லப்படும் அளவு

இரத்தச் சிவப்பணுவின் ஆக்ஸிஜன் 'தெவிட்டு நிலையும், (saturation) அவ்வணுக்களின் சுற்றுப்புற ஆக்ஸிஜன் அழுத்தம் திற்கும் உள்ள தொடர்புத் தன்மையை எளிய ஆய்வு மூலமும்

(graph) தெரிந்துகொள்ளலாம். எனவே, இரத்தத்தின் சுவாச நிறமிகள்மூலம் ஆக்ஸிஜன் எடுத்துச் செல்லப்படும் அளவை அது எடுத்துக் கூறுகிறது. ஆக்ஸிஜனை எடுத்துச் செல்லும் நிறமி, ஆக்ஸிஜன் அதிக அடர்த்தியுள்ள இடத்திலிருந்து (சுவாச உறுப்பிலிருந்து) ஆக்ஸிஜனைப் பெற்றுக்கொண்டு, அதன் அடர்த்தி குறைந்த (திசுக்களில்) இடத்திற்கு ஆக்ஸிஜனை எளிதில் வெளிப்படுத்துதல் வேண்டும்.

இதைத் தெளிவுபடுத்த ஆய்வுகள் நடத்திக் காட்டலாம். அநேக கண்ணாடிக் குழல்களில் இரத்தத்தை விட்டு, அவைகளுள் முன்னமேயே நிர்ணயிக்கப்பட்ட அழுத்தமுடைய ஆக்ஸிஜன், கரியமில வாயு கலந்த காற்றையும் உட்செலுத்தி அக்குழல்களை நம் உடல் வெப்பநிலை கொண்ட நீர்ப் பாத்திரங்களில் சுழலச் செய்வதால், அவைகளுக்குள் இருக்கும் இரத்தம் கண்ணாடிக் குழல் உள் சுவர்களில் மெல்லிய இழையாகப் படிந்து, வாயுக்களை எளிதில் கவரும் தன்மையை அடைகின்றன. ஒவ்வொரு குழலிலிருக்கும் இரத்தமும் எவ்வளவு உச்சநிலைவரை ஆக்ஸிஜனைப் பெற்றுக் கொள்ளும் ஆற்றல் கொண்டது என்பதை நிர்ணயித்து வரைபடம் மூலம் குறிக்கலாம். வரைபடத்தின் நேர்கோட்டில் ஆக்ஸிஜன் 'தெவிட்டு நிலை' சதவிகிதத்தைக் குறிப்புமூலம் காண்பித்துக் குறுக்குக்கோட்டில் ஆக்ஸிஜன் தெவிட்டு நிலையைக் குறிப்பிட்டுக் காண்பிக்கலாம்.



படம் 9. ஆக்ஜன் தெவிட்டு நிலை

வரைபடத்தில் நாம் அவைகளின் தொடர்பை ஒரு வளைவுமூலம் குறிக்கலாம். இவ்வளைவே ஹீமோக்ளோபினின் ஆக்ஸிஜன் வெளியிடும் தன்மையைக் குறிக்கிறது. 70 மி.மீ. பாதரசி அழுத்

தத்தில் அவ்வளைகோடு தட்டை வடிவமாகவும், 100 மி.மீ. பாதரச அழுத்தத்தில் 'ஹீமோக்ளோபின்' 95 சதவிகிதம் தெவிட்டுநிலை கொண்டும் இருப்பதைக் காணலாம். 60 மி.மீ. அழுத்தத்தில் தெவிட்டுநிலை சிறிதளவு குறைகிறது.

ஆக்ஸிஜன் அடர்த்தி குறைவாக இருப்பின் ஹீமோக்ளோபின் ஆக்ஸிஜனை எளிதில் விட்டுவிடுகிறது. இதன் காரணம் கொண்டு தான் திசுக்களில் ஆக்ஸிஜன் அடர்த்தி குறைவாக இருப்பதால் இரத்தம் திசுவுக்கு ஆக்ஸிஜனைக் கொடுக்கின்றது. கரியமில வாயு வின் அளவு இரத்தத்தில் கூடுதலடைய ஆக்ஸிஜன் வெளிப்படுத் தும் நிலை அதிகரிக்கின்றது என்பதையும் வரைபடம்மூலம் அறிந்து கொள்ளலாம்.

பிரிவு ஈ

செல் உள் நிறமி

(Cytochrome)

எல்லாக் காற்றுவாழ் செல்லினுள்ளும் ஹீமோக்ளோபின்போல் அமைப்புக்கொண்ட நிறமிகள் இருக்கின்றன. அவைகளுக்குச் செல் உள் நிறமிகள் எனப் பெயர். ஹீமோக்ளோபின் மற்ற சுவாச நிறமிகளும் ஆக்ஸிஜனை எடுத்துச்செல்லும் ஆற்றல் கொண்டவை. ஆனால் செல்உள் நிறமிகள் ஹைட்ரஜனை எடுத்துச்செல்லும் வல்லமை கொண்டு கிரியா ஊக்கம்மூலம் சுவாச முறைக்குப் பயன் படுகின்றன. செல்உள் நிறமி சிவப்பு நிறம்கொண்ட இரும்பகப் புரதப் பொருள். செல்உள் நிறமி, ஹீமோக்ளோபின் போன்ற பொருளைக் கொண்டிருந்தபோதிலும் இவை இரண்டிற்கும் அடிப் படை வேறுபாடுகள் இருக்கின்றன. ஹீமோக்ளோபின் அதன் இரும்பக அணுவின் 'வேதியியல் இணைவின்' (valency) மாறுத லடையாமலேயே ஆக்ஸிஜனை எடுத்துக்கொள்கிறது. இதன் மூலம் ஹீமோக்ளோபின் ஆக்ஸிகரணமடையாது (oxidation), ஆக்ஸிஜன் கொண்டதாக (oxygenated) இருக்கின்றது. மேலும் இது ஆக்ஸிஜன் எடுத்துச்செல்லமட்டும் பயன்படுகிறது. ஹீமோக்ளோபினின் இத்தகைய குணங்களினின்றும் வேறுபட்ட செல்உள் நிறமி ஆக்ஸிஜனை எடுத்துக்கொள்வது கிடையாது; விடுவதுமில்லை. ஆக்ஸிஜன் இருக்கும் நிலையில் இந்நிறமியின் இரும்பக அணுவின் வேதியியல் இணைவில் மாறுதல் உண்டா கின்றது. ஃபெர்ரஸ் பொருள்கள், ஃபெர்ரிக் பொருளாகவும் அவை

வேதியியல் திருப்பக் குணங்களைக் கொண்டனவாகவும் இருக்கின்றன.

செல் உள் நிறமி ஆக்ஸிஜனுடனோ, ஹைட்ரஜனுடனோ சாதாரண முறையில் இணையாவிடினும், அவைகளின் ஆக்ஸிகரண இணைப்புக்குக் காரணமாக இருக்கின்றன. ஆக்ஸிஜனைத் துரிதப் படுத்தி அதை ஹைட்ரஜனுடன் இணைவதற்குச் சூழ்நிலையை ஏற்படுத்தச் செய்வதுதான் செல் உள் நிறமியின் முக்கியமான இயக்கம்.

செல் உள் நிறமிகளில் மூன்று வகைகள் உள்ளன. அவை a, b, c எனப்படும். இவற்றில் செல் உள் நிறமி c ஆக்ஸிஜனுக்கு, எலக்ட்ரான்களை மாற்றிக்கொடுக்கும் முக்கிய தன்மை கொண்டிருக்கிறது. இம்மாற்றத்திற்கு 'செல் உள் நிறமி c ஆக்ஸிடேஸ்' (cytochrome c oxidase) எனும் என்ஸைம் உதவுகிறது.

உயிரினத்தின் உடலில் நடைபெறும் ஆக்ஸிகரணத்தில் ஒரு பொருளின் ஹைட்ரஜன் நீக்கத்தால் (dehydrogenation) எடுக்கப்பட்ட ஹைட்ரஜன் அடுத்திருக்கும் பொருளுக்கு மாற்றப்பட வேண்டும். எப்பொருள் ஹைட்ரஜனை எடுத்துக்கொள்கிறதோ, அதை 'ஹைட்ரஜன் பெற்றுக்கொள்ளும் பொருள்' (hydrogen acceptor) எனக் கூறுகிறோம். 'உயிர்நிலை ஆக்ஸிகரணத்தின்' (biological oxidation) முறையில் அநேக ஹைட்ரஜன் பெற்றுக் கொள்ளும் பொருள்கள் ஒன்றன்பின் ஒன்றாக அமைந்திருக்கின்றன. அவை ஒன்றன்பின் ஒன்றாகத் தொடர்ச்சியாக ஹைட்ரஜனை வெளியேற்றி, வெளியேற்றப்பட்ட ஹைட்ரஜன் அடுத்தடுத்து இருக்கும் பொருளினால் பெற்றுக்கொண்டு பின்னர் வெளியேற்றப்பட்டுக் கடைசியில் எல்லா ஹைட்ரஜன் அணுக்களும் செல் உள் நிறமிக்குத் தள்ளப்படுகின்றன. எல்லா ஹைட்ரஜன் அணுக்களையும் பெற்றுக் கொண்டபின் செல் உள் நிறமியின் 'ஆக்ஸிடேஸ்' எனும் என்ஸைமின் உதவியால் ஆக்ஸிஜன் இணைந்து 'ஆக்ஸிஜன் ஊட்டம்' (reoxidation) இதில் நடைபெறுகிறது. ஆக்ஸிஜன் செல்களை அடையும் சமயம் இந்நிலைதான் ஏற்படுகிறது. நாம் உட்சுவாசிக்கும் ஆக்ஸிஜன், செல் உள் நிறமிகளின் ஊட்டத்திற்குத்தான் பயன்படுகிறதே தவிர, நாம் உண்ணும் உணவின் ஆக்ஸிகரணத்திற்கு இல்லை.

செல் உள் நிறமிகள் சிட்ரிக் அமிலச் சுழலில் நிகழும் நிகழ்ச்சிகளில் முக்கியமான பங்கேற்றுக் கொண்டிருக்கின்றன. அச்சுழலில் நடுநிலை நிகழ்ச்சிகளான, சிட்ரிக் அமிலம், கீடாக்ளூடாரிக் அமிலம், சக்சினிக் அமிலம், ஃப்யூமரிக் அமிலம் முதலிய தோன்றும் பருவத்திலேயே ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் செல் உள் நிறமிக்கு

மாற்றப்பட்டு. அதனுள் ஆக்ஸிஜன் கூடுதலும் (oxidation) குறைப்பும் (reduction) நடைபெறுவதன்மூலம் தண்ணீரும் ஆக்ஸிஜனும் தோன்றுகின்றன. இம்மாறுதல்களால் சிட்ரிக் அமிலச் சுழலில் வேதியியல் மாற்றங்கள் எளிதில் நடைபெறுகின்றன. இந்நிகழ்ச்சிகளில் துணை என்ஸைம் a முக்கியமான பாகத்தை ஏற்றுக் கொண்டுள்ளது. செல் உள் நிறமிகளின்மூலந் தான் செல்லினுள் ஆக்ஸிஜன் பயன்படும் நிலை ஏற்படுத்தப் படுகின்றது.

தொகுப்பு 4

சுவாச நிகழ்ச்சி

ஒரு பிராணியில் எவ்வாறு சுவாசம் நடக்கிறது என்று அறிய மனிதனை ஒரு மேற்கோளாக எடுத்துக்கொள்ளலாம். மனிதனில் சுவாசம் பயன்பட இரு நுரையீரல்கள் மார்பறையினுள் அடங்கி இருக்கின்றன. அவை பஞ்சு போன்று வெண்மை நிறமானவை. அவைகளைச் சுற்றி ப்ளூரல் படலம் (plaural membrane) என்ற உறை கொண்டிருக்கின்ற இரு நுரையீரலுள் சுமார் 75 கோடி நுண் ஆல்வியோலை (alveoli) எனும் காற்றுப்பைகள் உள்ளன. காற்றுப் பையின் மெல்லிய சுவரில் ரத்தத் தந்துகிகள் இருக்கின்றன.

நாசிகள் (nasal openings) நாசிப்பாதைகள் (nasal passages) மூலம் தொண்டையை அடைகின்றன. தொண்டையிலிருந்து 'சுவாசத் துவாரம்' (glottis) மூலம் சுவாசக் குழலினுள் (trachea) செல்கிறது. சுவாசக் குழலின் ஆரம்பத்தில் குரல்வளை (larynx) அமைந்திருக்கிறது இக்குழலின் சுவரில் 'c' போன்ற குருத்தெலும்புகள் இருப்பதால் இது எப்பொழுதும் திறந்த குழலாகவே அமைந்திருக்கின்றது.

சுவாசக் குழல் இரு 'ப்ராங்கை' (bronchi) எனும் குழல்களாகப் பிரிந்து அவை ஒவ்வொன்றும் ஒவ்வொரு நுரையீரலினுள் செல்கிறது. இவைகளின் சுவரில் குருத்தெலும்பு வளையங்கள் இருக்கின்றன. நுரையீரலினுள் இக்குழல் திரும்பத்திரும்பப் பிளவுபட்டுக் கடைசியில் 'ப்ராங்கியோல்கள் (bronchioles) எனும் மெல் சுவர் கொண்ட குழல்களாகப் பிரிந்திருக்கின்றன. அவ்வாறு பிராங்கியோலும் காற்றுப் பையினுள் செல்லும் இடம் புனல் போன்ற (infundibulum) பாகத்தின்மூலம் திறக்கின்றது.

நுரையீரல்கள் மார்பறையில் அமைந்திருக்கின்றன. முன்புறம் நெஞ்செலும்பும் பின்புறம் முதுகெலும்பும் பக்கங்களில் விலா

எலும்புகளும் (ribs) இருப்பதால் மார்பறையில் நன்கு பாதுகாத்து வரப்படுகிறது. இவ்வறையின் அடித்தளமாக மேல்குவிந்த உதர விதானம் (diaphragm) இருக்கின்றது. விலா எலும்புகளுக்கு நடுவே அவைகளை இணைத்து விலா எலும்புத் தசைகள் (intercostal muscles) அமைந்திருக்கின்றன.

வெளிக் காற்றை உள் சுவாசிப்பதாலும் (inspiration), நுரையீரல் உபயோகித்த காற்றை வெளிச்சுவாசிப்பதாலும் (expirtaion) சுவாசம் நடைபெறுகிறது. சாதாரண நிலையில் ஒரு நிமிடத்திற்கு (மணித்துளி) 17 முறை சுவாசம் நடைபெறுகின்றது. கடும் வேலை செய்த பின்போ அச்சத்தினாலோ சுவாச எண்ணிக்கை கூடுகிறது.

புறவிலா எலும்பிடைத் தசைகள் சுருங்குவதாலும், உதர விதானம் கீழ்நோக்கி இழுக்கப்படுவதாலும் மார்பு முன்பின்னும், பக்கவாட்டிலும், கீழ்மேலும் பெரிதடைகிறது. இதனால் மார்பறை உள் அழுத்தம் குறைவதால் வெளிக்காற்று சுவாசப்பாதை வழியாக நுரையீரலை அடைந்து காற்றுப் பைக்குள் செல்கின்றது அவைகளில் இரத்த தந்துகிகளின் இரத்தம் காற்றின் ஆக்ஸிஜனைக் கவர்ந்து கரியமில வாயுவை அவைகளினுள் செலுத்துகின்றது. இம்முறையில் உள்சுவாசம் தசை இயக்கத்தினால் நடைபெறுகிறது. இத்தசைகள் பழைய நிலையை அடையக் காற்றுப்பையிலிருந்து கரியமிலவாயு கலந்த காற்று மூச்சுப் பாதை வழியாக வெளியேற்றப்படுகிறது. இதற்கு வெளிச் சுவாசம் எனப்பெயர்.

சாதாரணமாக சுவாசிக்கும்பொழுது சுமார் 500 c.c. காற்றைத் தான் உள்சுவாசிக்கிறோம். அதே அளவைத்தான் வெளிச் சுவாசிக்கிறோம். இது நுரையீரலின் காற்று கொள்ளும் அளவில் 10 சதவிகிதம்தான். இதை 'டைடல் காற்று' (tidal air) எனக் கூறுகிறோம். நீண்ட உள் சுவாசத்தால் சுமார் 3000 c c. காற்றை உள் சுவாசிக்க முடியும். இதை 'காம்ப்ளிமெண்டல் காற்று' (complimental air) எனக் கூறுகிறோம். மிக்க முயற்சியுடன் நாம் நுரையீரலிலிருந்து வெளிச் சுவாசித்தால் 1000லிருந்து 1500 c.c. காற்றைத்தான் வெளியே அகற்றமுடியும். இதை 'மிச்சக் காற்று' (reserve air) எனக் கூறுகிறோம். முழுமுயற்சியுடன் எவ்வளவு உள்இழுக்க முடியுமோ அவ்வளவு சுவாசித்து அதே முயற்சியுடன் எவ்வளவு வெளிஅகற்ற முடியுமோ அவ்வளவு வெளிச் சுவாசித்தால் அவைகளின் வித்தியாசத்தை 'வைடல் கப்பாஸிட்டி' (vital capacity) எனக் கூறுகிறோம்.

தொகுப்பு 5

நரம்பியக்கும் சுவாச ஒழுங்குபாடு

(Nervous Control of Respiration)

சுவாசம் தாஞகவே இயல்கிற நிகழ்ச்சி. சுவாசமுறை ஒழுங்கான தன்மையில் குறிப்பிட்ட கால அளவினுள் நடைபெறுவதால் நரம்பு மண்டலம் நிர்ணயிக்கின்றது. முகுளத்தில் (medulla oblongata), பல நரம்பு செல்களான சுவாச மையம் (respiratory centre) என்ற இடத்திலிருந்து தூண்டுதல்கள் (impulses) ஒன்றன்பின் ஒன்ருக நரம்புகள்மூலம் உதர விதானத்திற்கும், விலா எலும்புத் தசைகளுக்கும் எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன. சுவாச மையத்தில் உள் சுவாசிப்பதற்கு ஏற்ற தூண்டுதல்கள் இத்தசைகளுக்குச் செல்லுகின்றன. அதே சமயம் உள்சுவாசத் தூண்டுதல்களைத் தடுத்து, சிலச் சில தூண்டுதல்கள் நடு நடுவே தடுப்பு இயக்கங்கள் ஏற்படுவதால் வெளிச் சுவாசம் ஏற்படுகின்றது.

இரத்தத்திலும் நுரையீரல்களிலும் கரியமில வாயு எப்பொழுதும் ஒரே அளவில்தான் இருக்கின்றது. கரியமிலவாயு அளவு கூடுதல் அடைந்தால் சுவாச முறை துரிதப்படுத்தப்படுகிறது. உணர்ச்சி வசப்பட்டாலும், பயந்த நிலையிலும் சுவாச எண்ணிக்கை கூடுகின்றது.

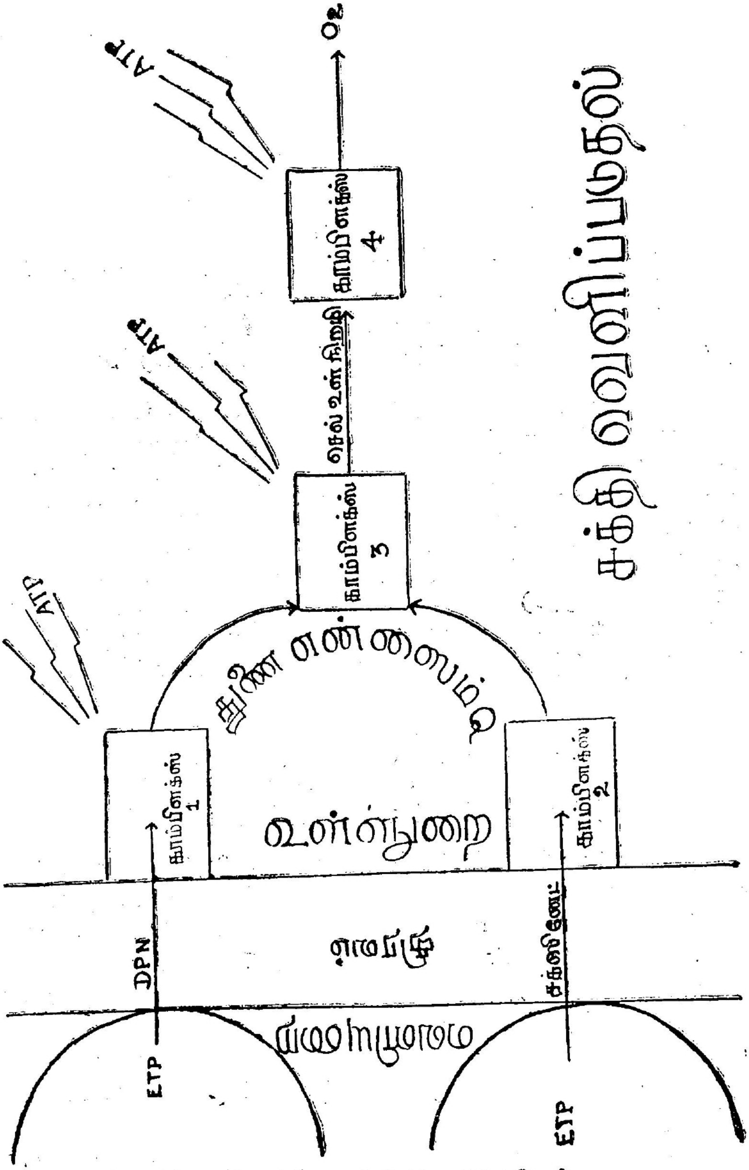
பகுதி 4

சக்தி வெளிப்படும் முறை

நம் உடலுக்குத் தேவையான சக்தியானது பல வடிவங்களில் நமக்குக் கிடைக்கின்றது. பொதுவாகச் சக்தி ATP எனும் என்ஸைமினுல் ADP யாக மாறும்பொழுது, வெளிப்படுகிறது. இந்த ADP பின்னர் ஒரு பாஸ்பேட்டுடன் இணைந்து மறுபடியும் ATPயாக மாறுகின்றது. பொதுவாகச் சக்தி 'மைட்டோகாண்டிரியா' (mitochondria) எனும் செல் உறுப்பிலிருந்து வெளிப்படுகிறது. சக்தி மைட்டோகாண்டிரியாவிலிருந்து வெளிப்படும் முறையை டேவிட் கிரீன்' (David Green-1964) மிகவும் தெளிவாக விளக்கியுள்ளார்.

அதாவது சிட்ரிக் அமிலச் சுழலினுல் இரு என்ஸைம்கள் வெளிப்படுகின்றன. அவை DPNம், சக்ஸினேட்டும் ஆகும். மைட்டோ காண்டிரியாவின் வெளிப் படலத்திலும், உள்படலத்திலும், கிரிஸ்டேயிலும் (cristae) ஏராளமான 'எலக்ட்ரான் எடுத்துச் செல்லும் பொருள்கள்' (electron transport particles) சுருக்கமாக (E.T.P.) உள்ளன. வெளிப்படலத்தில் உள்ள சில ETPகளை மேற்சொன்ன DPNம், சக்ஸினேட்டும் உட்பலத்திற்குக் கொண்டு வருகின்றன. DPN, ETPகளைக் காம்பிளக்ஸ் 1 (complex 1)ல் விட்டு விட்டு DPN ஆக மாறுகிறது. சக்ஸினேட் ETPகளை 2 காம்பிளக்ஸில் விட்டுவிடுகிறது. காம்பிளக்ஸ் 1 லிருந்தும் காம்பிளக்ஸ் 2லிருந்தும் ETP காம்பிளெக்ஸ் 3க்குச் செல்கின்றன.

இதற்குத் துணை என்ஸைம் உதவுகிறது. இம்மாற்றத்தில் காம்பிளக்ஸ் 1லிருந்து சக்தி ATP வடிவத்தில் வெளிப்படுகிறது. காம்பிளக்ஸ் 3லிருந்து பின் காம்பிளக்ஸ் 4க்குச் செல் நிறமி 'c' யினுல் கொண்டு செல்லப்படுகிறது. இப்பொழுதும் சக்தி 3வது காம்பிளக்ஸிலிருந்து ATP வடிவத்தில் சக்தி வெளிப்படுகிறது. பின் காம்பிளக்ஸ் 4 லிருந்து ETPயானது ஆக்ஸிஜனுக மாறுகிறது. இப்பொழுதும் சக்தி வெளிப்படுகிறது.



படம் 10. சக்தி வெளிப்படுதல்

பகுதி 5

இரத்த ஓட்டம்

(CIRCULATION OF BLOOD)

பிராணிகளின் உடலினுள் சில திரவங்கள் உடல் முழுவதும் எப்பொழுதும் சுற்றிக்கொண்டே இருக்கின்றன. அவற்றில் ஒரு முக்கியமான திரவமானது இரத்தம் கணுக்காலிகளின் உடம்பின் உள்ளறையில் இரத்தம் உடல் உறுப்பைச் சுற்றித் தேக்கமாக அமைத்திருக்கின்றது. இரத்தமானது குழல்களினுள் அடங்கி ஓடும் ஆற்றலின்றி இருக்கும். இம்முறையை 'திறந்த முறை (open-type) இரத்த ஓட்டம் என்கிறோம்; மற்றத் தொகுப்புப் பிராணிகளில் இரத்தம் மூடிய குழலுக்குள் ஓடுவதனுல் அதை 'மூடிய முறை' (closed type) இரத்த ஓட்டம் என்கிறோம்.

தொகுப்பு 1

இரத்தத்தின் பௌதிக வேதியியல் பண்புகள்

(Physico Chemical Properties of Blood)

எல்லா முதுகெலும்புப் பிராணிகளிலும் சிற்சில முதுகு எலும் பற்ற பிராணிகளிலும் இரத்தம் சிவப்பு நிறம் கொண்ட திரவமாக இருக்கிறது. மனித உடலினுள் சராசரி 6 லிட்டர் இரத்தம் இருக்கின்றது. இதன் pH 7·33லிருந்து 7·38 வரை இருப்பதால் இது சிறிதளவு காரத்தன்மை கொண்டிருக்கின்றது. இதன் வீத எடை மானம் (specific gravity) 1·055. தண்ணீரைவிட 5 மடங்கு ஒட்டுத் தன்மை (viscosity) கொண்டது. இதில் சோடியம் உட்புக்கள் இருப்பதால் உப்புச் சுவை கொண்டிருக்கிறது.

இரத்தத்தில் திரவப் பொருளான பிளாஸ்மாவில் திடப் பொருள்களான நுண் உயிர் அணுக்கள் (corpuscles) மிதக்கின்றன. இரத்தத்தை 'ப்ளாஸ்மா' (plasma) என்றும், இரத்த அணுக்கள் என்றும் (corpuscles) இரு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்.

பிளாஸ்மா

இது இரத்தத்தின் வைக்கோல் நிறம் கொண்ட திரவப் பொருளாக அமைந்திருக்கின்றது. இரத்தத்தில் மூன்றில் இரண்டு மடங்கு பிளாஸ்மாவினுல் ஆகியது. இதன் வீத எடைமானம் 1·02. பிளாஸ்மாவின் பெரும் பகுதி 90% தண்ணீரினுல் ஆகியது. அதில் அங்கக் கூட்டுப் பொருள்களும், அனங்ககக் கூட்டுப் பொருள்களும் கொல்லாய்ட் நிலையில் அடங்கி இருக்கின்றன. புரதம், தரசம், கொழுப்பு முதலிய அங்ககக் கூட்டுப் பொருள்கள் பிளாஸ்மாவில் இருக்கின்றன. அவற்றில் புரதந்தான் அதிக அளவில் அமைந்திருக்கின்றது. சீரம் அல்புமின் (albumin), சீரம் குளோபுலின் (globulin) எனும் புரதப் பொருள்கள் தான் பிளாஸ்மாவிற்கு நிறத்தை அளிக்கின்றன. பிளாஸ்மாவில் வைப்ரினேஜன் எனும் புரதப் பொருள் இரத்தம் உறைவதற்கு உதவுகின்றது. சில நைட்ரஜன் கொண்ட சிறுநீர் உப்புக்களான யூரியா (urea) யூரிக் அமிலம் (uric acid), அமோனியா உப்புக்கள், கிரியாடின் முதலியவையும் பிளாஸ்மாவில் கரைந்த நிலையில் இருக்கின்றன. பிளாஸ்மாவின் தாதுப் பொருள்களாக இரத்தச் சர்க்கரைக் குளுக்கோஸ் 1% சதவிகிதத்தில் இருக்கின்றது. இதன் அளவு உணவு எடுத்துக்கொண்ட நிலையைப் பொறுத்து 0·06லிருந்து 0·15 சதவிகிதம் மாற்றம் காண்பிக்கின்றது. கொழுப்புப் பொருள்கள் 0·2 சதவிகிதமும், அனங்ககப் பொருள்கள் 0·85 சதவிகிதமும், ப்ளாஸ்மாவில் இருக்கின்றன. இவை சோடியம், பொட்டாஸியம், கால்சியம், மக்னீஸியம் முதலியவைகளின் பாஸ்பேட், குளோரைட், சல்பேட்டுக்களாக அமைந்திருக்கின்றன. இவைகளில் சோடியம் குளோரைட் உப்பு அதிக அளவு உள்ளது. பிளாஸ்மாவில் ஆக்ஸிஜன், கரிலமிலவாயு, சிறுகுடலில் உண்டாகும் சிலவாயுக்கள் போன்றவை கரைந்த நிலையில் இருக்கின்றன. இதில் என்சைம்களும் நாளமில்லாச் சுரப்பிகள் வெளிப்படுத்தும் ஹார்மோன்களும் இருக்கின்றன. உடம்பில் நோய்களைத் தவிர்க்கும் எதிர் நச்சுப் பொருள்கள்' (anti toxin) இருப்பதனுல் நம் உடலில் நோய்களை எதிர்க்கும் தன்மை ஏற்படுகின்றது.

இரத்த அணுக்கள் (corpuscles)

பிளாஸ்மாத் திரவத்தில் இரத்த அணுக்கள் மிதந்து கொண்டு இருக்கின்றன. இவை (1) சிவப்பு அணுக்கள் (R.B.C.) (2) வெண்மை அணுக்கள் (W.B.C·) (3) இரத்தத் தட்டுகள் (blood platelets) என மூன்று வகைகளாக விரிவுபடுத்தப் படுகின்றன.

சிவப்பு இரத்த அணுக்கள் (Red Blood Corpuscles)

நீல நீர் வாழ்வீகள், ஊர்வன, பறவைகள் முதலியவற்றின் சிவப்பு அணுக்கள் நியூக்ளியஸ் (nucleus) கொண்டதாக அமைந்திருக்கின்றன. பாலூட்டிகளின் முதிர்ச்சியடைந்த இரத்த அணுக்களில் நியூக்ளியஸ் கிடையாது. ஆனால், இரத்த அணு உண்டாகும் ஆரம்பப்பருவத்தில் நியூக்ளியஸ் இருக்கின்றது அது முதிர்ச்சியடையும் பருவத்தில் அதன் நியூக்ளியஸ் உடைபட்டு மறைந்துவிடுகின்றது.

மனித சிவப்பு அணு வட்டவடிவம் கொண்டும் இருபுறம் உள் குவிந்தும் இருக்கின்றது. இதன் pH 6·098 ஆக இருப்பதால் அது சிறிதளவு அமிலத்தன்மை கொண்டிருக்கின்றது. அதன் வெளிப்புறத்தில் மெல்லிய உறைகொண்டும் அதனுள் ,ஸ்ட்ரோமா; (stroma) என்ற சல்லடை போன்ற அமைப்புக் கொண்டும் இருக்கின்றது. ஸ்ட்ரோமா இடைவெளியில் ஹீமோக்ளோபின் என்ற சிவப்பு நிறமி அமைந்திருக்கின்றது. இது ஒரு சுவாச நிறமி. இது இருப்பதால்தான் சிவப்பு அணுக்கள் சிவப்பாகத் தோன்றுகின்றன. அவைகளுக்கு எரித்திரோசைட்ஸ் (erythrocytes) என்ற பெயரும் உண்டு. அதிக அளவில் சிவப்பு அணுக்கள் இரத்தத்தில் இருப்பதால்தான் இரத்தமும் சிவப்பு நிறம் கொண்டிருக்கின்து. ஹிமோக்ளோபினில் இரும்புகொண்ட ஹிமேடின் எனும் பொருளும் க்ளோபின் எனும் புரதப் பொருளும் உள்ளன. ஆக்ஸிஜனுடன் எளிதில் இணையும் தன்மை இதற்கு உண்டு. எங்கு ஆக்ஸிஜன் அடர்த்தி அதிகமோ, அங்கு அது ஆக்ஸிஜனை எடுத்துக் கொண்டு, எளிதில் பிரியும் தன்மை கொண்ட ஆக்ஸிஹிமோகுளோபினக மாறுகிறது. இம்மாற்றம் சுவாச உறுப்புகளில் நடைபெறுகின்றது. எங்கு ஆக்ஸிஜன் அடர்த்தி குறைந்திருக்கிறதோ, அங்கு ஆக்ஸிஹிமோகுளோபின் ஆக்ஸிஜனை வெளியிட்டுத் திரும்பவும் ஹிமோகுளோபினக மாறுகிறது. இம்மாற்றம் திசுவில் நடைபெறுவதால் திசுக்களுக்குத் தேவையான ஆக்ஸிஜனை அவைகளுக்குக் கிடைக்க உதவுகின்றது. சிவப்பு அணுக்கள் ஒன்றன்மேல் ஒன்றாக அடுக்கியமையும் தன்மை உண்டு. பல நாணயங்கள் ஒன்றாக அடுக்கப்பட்டிருக்கும் அமைப்பைப்போல் தோற்றம் கொண்ட இவ்வியல்பிற்கு ரௌலக்ஸ் (rouleaux) என்று பெயர். ஒவ்வொரு கன மில்லிமீட்டர் இரத்தத்திலும் சுமாராக 50 இலட்சம் சிவப்பு அணுக்கள் (ஆண்களுக்கு 50 இலட்சமும் பெண்களுக்கு 45 இலட்சமும்) இருக்கின்றன. சிவப்பு அணுக்கள் நெளியும் தன்மை கொண்டிருப்பதால் அவை நுண் இரத்தத் தந்துகிகளிலும் செல்லும் ஆற்றல் பெற்றிருக்கின்றன. ஒவ்வொரு சிவப்பு அணுவும் $\frac{1}{3200}$'' குறுக்கு அளவு கொண்டது. சிவப்பு அணு 120

நாட்கள் வரை வாழும் தன்மை கொண்டது. அதற்குபின் முதிர்ந்த சிவப்பு அணுக்கள் கல்லீரலுக்கு எடுத்துச் செல்லப்பட்டு அழிக்கப்படுகின்றன.

அவ்வமயம் ஹீமோகுளோபினில் இரும்பு சேமித்து வைக்கப் பட்டு அதன் நிறமிப் பொருள் பித்தநீருக்கு நிறத்தைக் கொடுக்கப் பயன்படுகிறது. புதிய சிவப்பணுக்கள் எலும்பின் சிவப்பு மஜ்ஜை யில் (red bone marrow) உற்பத்தி ஆக்கப்படுகின்றன. அதன் ஆரம்பப் பருவ செல்லிற்கு 'மெகலோசைட்' (megalocyte) எனப் பெயர். அது பெரியதாகவும், நியூக்ளியஸ் கொண்டும் ஹீமோ குளோபின் அற்றும் இருக்கும். அது படிப்படியாகச் சிறுத்து அத னுள் ஹீமோகுளோபின் தோன்றி நியூக்ளியஸ் மறைந்து எரித்ரோ பிளாஸ்ட் (Erythroblast) என்ற பருவத்தைக் கொடுக்கிறது. இதற்குப் பின்னர் அதிகமாக ஹிமோகுளோபின் தோன்றி நார்மோ பிளாஸ்டாக (normoblast) மாறுகிறது. இறுதியில் முழு முதிர்ச்சி அடைந்து, எரித்ரோசைட்டாக மாற்றமடைந்து இரத்தத்தை அடைகின்றது.

சிவப்பு அணுச்சிதைவாகிய ஹிமாலிஸிஸ் (haemolysis) பல காரணங்காளால் ஏற்படலாம். இரத்தத்திலிருந்து பிரித்தெடுக்கப் படும் சிவப்பு அணுக்களைத் தண்ணீருடன் வேகமாகக் கலக்கினுல் சிவப்பு அணுக்களின் வெளிஉறை உடைந்து அதனுள் இருக்கும் ஹீமோகுளோபினுடன் கலந்து சிவப்பு நிறத்தைத் தண்ணீரில் செலுத்துகிறது. ஊடு கலப்பு அழுத்தம் மாறுதலினுலும் இச்சிதைவு ஏற்படலாம். சிவப்பு அணுக்களை 0·9 சத விகித சோடியம் க்ளோரைட் உப்பில் இருத்தினுல் அவ்வணுக்கள் மாற்றமடை யாமல் அவைகளின் இயற்கை நிலையில் இருக்கின்றன. எனெனில் சிவப்பு அணுவின் (osmosis) ஊடு கலப்பு அழுத்தமும் சுற்றுப்புறத் திரவத்தின் அழுத்தமும் சமநிலையில் இருக்கின்றன. அதற்கு சமநிலை ஊடுகலப்பு அழுத்தம் (hypotonic) என்று பெயர். சுற்றுப் புற 0·9 சதவிகித கரைசலில் தண்ணீரைக் கூடுதலாக்கினுல் அதன் ஊடு கலப்பு அழுத்தம் குறைவதால் இருத்த அணு பெரிதடைந்து மேலுறை உடைய அதன் ஹீமோகுளோபின் வெளியே தப்பித்துக் கொள்கிறது. விரியனின் நஞ்சில் 'ஹிமோலெஸின்' (haemolysin) எனும் ஒரு புரதப் பொருள் இருப்பதாகக் கருதுகிருர்கள். இப் பொருளுக்குச் சிவப்பு அணுச்சிதைவு ஏற்படுத்தும் தன்மை இருப்ப தாகக் கூறுகிருர்கள்.

சிவப்பு அணுச் சிதைவுகொண்ட இரத்தமானது சாதாரணநிலை இரத்தத்தைவிட முற்றிலும் மாறுபட்டிருக்கின்றது. இது கரும்

சிவப்புநிறம் கொண்டும் 'ஊடுகாண்' (transparent) நிலை கொண்டும் இருக்கிறது.

ஹிமோகுளோபின் எளிதில் படிகத்தன்மை (crystallisation) அடைகின்றது. அப்படிகங்களுக்கு ஹிமாடின் படிகங்கள் (Haematin crystals) எனப் பெயர். இரத்தத்தை ஈதர் (ether) எனும் அங்ககத்திரவத்துடன் கலக்கி நன்ருகக் குலுக்கினுல், அதில் சிறிது நேரத்தில் பற்பல வடிவங்கள் கொண்ட 'ஹீமாடின்' படிகங்கள் உண்டாகின்றன. ஒவ்வொரு பிராணி இனத்தின் ஹீமாடின் படிகமும் ஒவ்வோர் அமைப்பில் இருந்தபொழுதிலும் அதன் அமைப்புகுக்ம் இனத்தின் தன்மைக்கும் ஒருவிதத் தொடர்பும் கிடையாது.

ஒவ்வொரு கனமில்லி மீட்டரில் சிவப்பு அணுக்கள் எவ்வளவு இருக்கின்றன என்று கணிக்க ஹீமாசைடா மீட்டர் (haemacyto-meter) எனும் கருவி மூலம் நிர்ணயிக்கலாம். ஹீமோஸைடாமீட்டர் கீழ்க்காணும் அமைப்பைக் கொண்டது. திட்டவரை குறிக்கப்பட்ட பிப்பெட்டுடன் ஒரு பல்பு போன்ற அமைப்பு இணைக்கப் பெற்றுளது. பல்பின் மறு நுனி ஒரு வளைந்த, நுண் கண்ணுடிக் குழலுடன் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. நுண்குழலின் ஓரத்தில் ஒரு வாயுறிஞ்சி உள்ளது. நுண் குழலில் ·5வீதம் அளவுகள் குறிக்கப் பட்டுள்ளன. சிறிதளவு இரத்தத்தை, கோடுகளால் சிறு பிரிவினை யாக்கப்பட்ட ஒரு கண்ணுடித் தகட்டில் விட்டு அதை நுண் கருவி யின்மூலம் நிர்ணயிக்கலாம். கனமில்லிமீட்டரில் உள்ள சிவப்பு அணுவின் அணுக்களை உடம்பினுள் இருக்கும் மொத்த இரத்த அளவுடன் பெருக்கினுல் நம் உடலில் 35 லட்சம் கோடி சிவப்பு அணுக்கள் இருக்கின்றன என்றும் தெரிந்துகொள்ளலாம்.

வெண்மை இரத்த அணு

இவை நிறமற்றிருப்பதால் இவைகளுக்கு 'ல்யூகோஸைட்ஸ்' (leucocytes) அல்லது 'வெண்மை இரத்த அணு' எனப்பெயர். இவற்றின் உள்ளே 'ந்யூக்ளியஸ்' (nucleus) இருக்கின்றது. ஒவ்வொரு கனமில்லிமீட்டர் இரத்தத்தில் 8000 வெண்மை அணுக்கள் இருக்கின்றன. அதாவது 600 சிவப்பு அணுக்களுக்கு ஒரு வெண் மையணு என்ற கணக்கில் உள்ளன. வெண்மை அணுக்களில் இரண்டு வகைகள் உள்ளன.

1. சைட்டோபிளாசத்தில் (cytoplasm) நுண்மணிக் கூட்டம் போன்ற தோற்றமற்றவைகளான 'அக்ரேனுலார் ல்யூகோஸைட்டும்' (agranular leucocyte) 2. சைட்டோபிளாசத்தில் நுண்மணிக்

கூட்டம் போன்ற தோற்றமுள்ள 'க்ரேனுலார் ல்யூகோசைட்டும்' (granular leucocyte) என இருவகைப்படும்.

அக்ரேனுலார் வகை

இதில் சிறிய லிம்ஃபோசைட், பெரிய லிம்ஃபோசைட், மானோசைட் என மூன்று வகைகள் உள்ளன. சிறிய லிம்ஃபோசைட் வெண்மை அணுக்களில் 25 சதவிகிதமும் பெரிய லிம்ஃபோசைட் 3 சதவிகிதமும் இருக்கின்றன. இவை நிணநீர்க்குழல்களில் உற்பத்தியாகின்றன. இதன் 'ந்யூக்ளியஸ்' பெரியதாகவும், அவரை விதை போன்ற தோற்றமுடையதாகவும் உள்ளது. இதன் இயக்கம் என்னவென்பது உறுதியாகத் தெரிந்துகொள்ளப்படவில்லை. காயமேற்பட்டால் காயத்தின் வெளிப்புறத்தில் இவை வந்து அமர்ந்து இணைப்புத் திசுச் செல்களாக மாறிக் காயத்தின் வெளிப்புறத்தில் வடுத்தோற்றம் உண்டாக்குகின்றன.

மானோசைட் (Monocyte)

வெண்மைஅணுக்களிலேயே மிகப்பெரிய வடிவம் கொண்டது. இவை சிதைந்திருக்கும் சிவப்பணுக்களையும் மலேரியா ஒட்டுண்ணிகளையும் உட்கொள்ளும் ஆற்றல் பெற்றவை.

க்ரேனுலோசைட் (Granulocyte)

இவ்வகையில் மூன்று இனங்கள் உள்ளன. 'ஈஸினோபில். (eosinophil), 'பேஸோபில்' (basophil), 'ந்யூட்ரோபில்' (neutrophil) எனப்படும்.

ஈஸினோபில் (Eosinophil)

வெண்மை அணுக்களில் 3 சதவிகிதம் அளவு கொண்டுள்ள இதன் வேலை என்னவென்று நன்கு அறியப்படாமலிருக்கிறது. சிற்சில சமயங்களில் இதன் எண்ணிக்கை பெருகுவதால் 'ஈஸினோபீலியா, (eosinophlia) எனும் 'ஆஸ்த்மா' (asthma) உண்டாகிறது.

பேஸோபில் (Basophil)

இதன் 'ந்யூக்ளியல்' இருமுனைகளும் உருண்டும் நடுப்பாகம் சிறுத்தும் உள. இது வெண்மை அணுக்களில் 0·5 சதவிகிதம் எண்ணிக்கை கொண்டவை.

ந்யூட்ரோபில் (Neutrophil)

இவ்வகை க்ரேனுலோசைட்கள் வெண்மை அணுக்களில் 60இலிருந்து 65 சதவிகிதம்வரை உள்ளன.

நம் உடலினுள் செல்லும் தீங்கு விளைவிக்கும் 'பாக்டீரியா' போன்ற கிருமிகளை எதிர்த்து உடலைப் பாதுகாத்தல் இவ்வெண்மை அணுக்களின் முக்கியமான வேலையாகும். வேற்றுக் கிருமி உடலினுள் சென்ருல் அதைத் தாக்கிப் பல வெண்அணுக்கள் படையெடுத்து அதைத் தங்கள் போலிக்கால் (pseudopodia) போன்ற அமைப்பின்மூலம் உட்கவர்ந்து அழிக்கின்றன. இவை உட்கொள்ளும் தன்மை கொண்டவையாதலால் இவைகளுக்கு 'ஃபேகோஸைட்' (phagocyte) எனவும் பெயர் உண்டு. அமீபா போன்ற போலிக்கால்கள் உண்டாவதால் இவைகளை 'அமீபோஸைட்' (amoebocyte) எனவும் கூறுகிரும். வெள்ளணுக்களால் அழிக்கப்பட்ட கிருமிகளே நம் உடம்பில் உள்ள புண்ணிலிருந்து சீழாக (pus) வெளியேற்றப்படுகின்றன. சிலவகை வெண்மை அணுக்கள் உடலில் கிருமிகளுக்கு எதிராக எதிர்ப்புச்சத்தை உண்டாக்கும் தன்மை பெற்றிருப்பதால் உடலை நோயிலிருந்து காக்கும் வல்லமை பெற்றுள்ளன.

சில சமயங்களில் உடலினுள் வெண்மை அணுக்கள் அதிக அளவில் பெருகுவதன்மூலம் 'ல்யூகீமியா' (leukemia) என்ற நோய் தோன்றுகிறது. அளவுக்குமீறிய வெண்அணுக்களின் பெருக்கம் சிவப்பு அணுக்களின் உற்பத்தியைப் பாதிக்கின்றன. அணுகுண்டு வெடித்தன்மூலம் ஹிரோசிமா என்ற ஜப்பானிய நகரில் வசித்த ஜப்பானியர்களுக்கு லூகீமியா என்ற இரத்தநோய் கண்டது. இது தலைமுறை தலைமுறையாக வருவதாகக் கருதுகின்றனர்.

இரத்தத் தட்டுகள் (Blood Platelets)

இவை இரத்தத்தில் இருக்கும் மிக நுண்ணிய தூசிபோன்ற அமைப்புகள். இவைகளுக்கு நியூக்ளியஸ் கிடையாது. ஒரு கன மில்லி மீட்டர் இரத்தத்தில் 5 லட்சம் இரத்தத் தட்டுகள் இருக்கின்றன. இவை எங்கிருந்து தோன்றுகின்றன என்பது இன்னும் சரிவர அறியப்படவில்லை. எலும்பு சிவப்பு மஜ்ஜையில் சிவப்பு அணுத்தோற்றப் பருவச்செல் உடைபட்டு இரத்தத்தட்டுகளாக ஆகின்றன எனக் கருதுகின்றனர். இரத்தக் குழலுக்குள் இவை அமைந்துள்ளன. இரத்தக் குழல்கள் உடைபட்டு இரத்தம் வெளிப்படும்பொழுது இவை சிதைந்து 'த்ராம்போகைனேஸ்' (thrombokinase) எனும் என்ஸைமை உற்பத்திசெய்வதால் இவைகளுக்குத் 'த்ராம்போஸைட்' (thrombocyte) எனவும் பெயர் உண்டு. த்ராம்போ கைனேஸ் என்ஸைம் இரத்தம் உறைவதற்குத் தூண்டுகோலாக அமைந்துள்ளது.

இரத்தத்தின் பணிகள் (Functions of blood)

இரத்தத்தின் ஒவ்வோர் அமைப்பிற்கும் பல முக்கியப் பணிகள் உள்ளன

பிளாஸ்மாவின் செயல்கள்

1 சிறுகுடலில் சீரணிக்கப்பட்ட உணவு உட்கவரப்பட்டு உடலின் எல்லாத் திசுக்களுக்கும் பிளாஸ்மா சத்துப் பொருள்களை அளிக்கின்றது.

2 நீரானது பிளாஸ்மாவின் மூலம் உடல் முழுவதும் ஒரே சீராகப் பகிர்ந்து கொடுக்கப்படுகின்றது.

3. உடலில் வெப்பம் உண்டாகும் இடத்திலிருந்து வெப்பத்தைப் பெற்றுக்கொண்டு உடலின் மற்றைய இடங்களுக்கு வெப்பத்தைக் கொண்டு செல்வதால், உடலின் எல்லாப் பாகங்களிலும் வெப்பம் ஒரே சீராக வைக்கப்பட்டுள்ளது.

4. திசுக்களில் உண்டாகும் சிறுநீர்க்கழிவு உப்புக்களைத் திரட்டி அவைகளைக் கழிவு மண்டலத்திற்கு எடுத்துச் செல்வதன் மூலம் பிளாஸ்மா உடலிலிருந்து கழிவுப் பொருள்களை அகற்ற உதவுகிறது.

5. திசுக்களில் தோன்றும் கரியமிலவாயுவை எடுத்து நுரையீரலுக்குக் கொண்டு செல்வதன் மூலம் கரியமிலவாயுவை அகற்றப் பிளாஸ்மா பயன்படுகிறது.

6. நாளமில்லாச் சுரப்பிகள் வெளிப்படுத்தும் ஹார்மோன்களை உடலின் பல்வேறு பாகங்களுக்கும் பிளாஸ்மா எடுத்துச் செல்கிறது.

7. பிளாஸ்மாவில் சில நச்சுப் பொருள்களுக்கு எதிர்ப்புப் பொருள்களை உண்டாக்குவதன்மூலம் பிளாஸ்மா, நோய் எதிர்க்கும் தன்மையை உடலுக்குக் கொடுக்கிறது.

சிவப்பு அணுக்கள்

8. இவைகளில் அடங்கியுள்ள ஹிமோக்ளோபின் ஆக்ஸிஜனை உடலின் பல்வேறு பாகங்களுக்கு எடுத்துச் செல்லப் பயன்படுகிறது.

வெண்மை அணுக்கள்

9. சிலவகை வெண்மை அணுக்கள் உடலினுள் நுழையும் தீங்கு விளைவிக்கும் நோய்க்கிருமிகளை ஒழித்து உடலைப் பாதுகாக்கின்றன.

10. சிலவகை வெண்மை அணுக்கள் உடலில் எதிர்ப்புச் சக்திகளை உண்டாக்குவதன்மூலம் உடலை நோய் எதிர்க்கும் தன்மை கொண்டவையாக ஆக்குகின்றன.

இரத்தத் தட்டுகள்

11. த்ரோம்போகைனேஸ் என்ஸைமை உற்பத்தி செய்வதன் வாயிலாக இரத்தத்தை உறையச் செய்து இரத்தப் போக்கைக் கட்டுப்படுத்துகின்றன

தொகுப்பு 2

இரத்தம் உறைதல்

(Clotting or Loagulation of Blood)

உடம்பில் காயமேற்படின் இரத்தக்குழல்கள் உடைபட்டு அவைகளினின்றும் காயத்தின் வழியாக இரத்தம் உடலிலிருந்து வெளியேறும் நிலையை 'இரத்தப் போக்கு' எனக் கூறுகிறோம். உடம்பின் எடையில் 7 சதவிகிதம் இரத்தத்தினாலானது. உடம்பின் எடையில் 3 சதவிகிதம் இரத்தம். இரத்தப்போக்கினால் குறுகிய காலங்களில் குறைபட்டால் உடன் மரணம் உண்டாகின்றது. ஏனெனில் இரத்தத்திற்குப் பல முக்கியமான வேலைகள் இருக்கின்றன. ஆகையால் இரத்தப்போக்கு அளவுக்கு மீறுமல் தடுக்கப்படவேண்டும். இயற்கையில் காயத்திலிருந்து இரத்தம் வெளிப்பட்டால் காயத்தின் வாயில் இரத்தம் இறுகி உறையத் தொடங்குகிறது. திரவநிலை இரத்தம் திடப்பொருளாக மாறும் தன்மையை, 'இரத்தம் உறைதல்' எனக் கூறுகிறோம்.

ஒரு கண்ணாடிப் பாத்திரத்தில் ஒரு பிராணியின் உடம்பிலிருந்து உடன் எடுக்கப்பட்ட இரத்தத்தைப் பிடித்துவைத்தால் சிறிது நேரம் திரவமாக இருந்து பின்னர்க் கெட்டித் தன்மையை அடைந்து அதன்பின் சிவப்பு நிறக்கட்டியான அமைப்பைப் பெறுகிறது. இதற்குக் 'குருதி உறைதல்' (blood clotting) எனப் பெயர். இது சீரம் (serum) எனும் தெள்ளிய திரவத்தின்மேல் மிதக்கின்றது; உறைவதால் அது உறைகுருதி(clot)யாகவும் சீரமாகவும் மாறுகிறது.

சிறிதளவு உறைகுருதியை நுண்நோக்கியின் (microscope) வாயிலாக ஆய்ந்தால் அதில் சல்லடை போன்று பின்னப்பட்ட ∴ பைப்ரின் (fibrin) இழைகள் கொண்டு அவைகளின் இடை

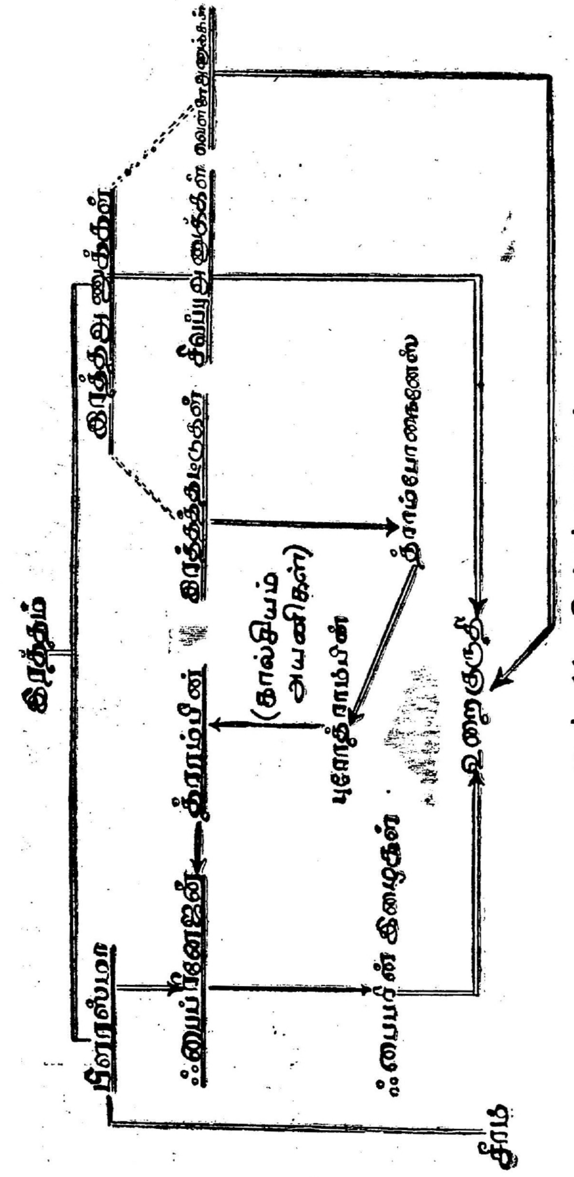
வெளியில் சிவப்பு, வெண்மை இரத்த அணுக்கள் சிக்கியிருப்பதைக் காணலாம். இந்த ஃபைப்ரின் இழைகள்தாம் இரத்தம் உறைவதற்கு இன்றியமையாத பொருள். இதை ஓர் எளிய சோதனை மூலம் தெளிவுபடுத்தலாம் :

ஒரு கண்ணாடிக் கோப்பையில் ஒரு பிராணியின் உடலினின்றும் உடன் எடுத்த இரத்தத்தை ஏந்தி, கட்டப்பட்ட சிறு குச்சிகளால் நன்கு கலக்கியபின், குச்சிக்கட்டினை ஓடுகிற தண்ணீரில் நன்கு கழுவிப் பார்த்தால் குச்சிக்கட்டினைச் சுற்றி நுண்பட்டு நூல் போன்ற அமைப்புக் காணப்படுகிறது. இந்நூல்களே ஃபைப்ரின் இழைகள். ஃபைப்ரின் இழைகள் நீக்கப்பெற்ற இரத்தம் எவ்வளவு நேரம் வைத்திருந்தபோதிலும் உறைவதில்லை. இச்சோதனையின் மூலம் இரத்தம் உறைவதற்கு ஃபைப்ரின் இழைகள் இன்றியமையாதவை எனத் தெளிவுறத் தெரிந்துகொள்ளலாம்.

இரத்தம் உறையும் முறை (Process of Clotting)

இரத்தத்தில் பிளாஸ்மா சிவப்பு இரத்த அணுக்கள், வெண்மை இரத்த அணுக்கள் இரத்தத் தட்டுகள் முதலியவை இருக்கின்றன. இரத்தம் உறைவதற்குப் பயன்படக்கூடிய பொருள்களான 'ஃபைப்ரினோஜன்' (fibrinogen) எனும் புரதப் பொருளும், அயனி நிலையில் கால்சியம் உப்புக்களும் கல்லீரலில் உற்பத்தி செய்யப்பட்ட ப்ரோத்ராம்பின் என்ற பொருளும் பிளாஸ்மாவில் அமைந்துள்ளன. இரத்தத்தட்டுகள் த்ராம்போகைனேஸ் என்னும் என்ஸைமை உற்பத்தி செய்கின்றன. இந்நான்கு பொருள்களும் இரத்தத்தை உறையவைக்கின்றன.

இரத்தக் குழல்களினுள் அடங்கியிருக்கும்பொழுது, இரத்தத் தட்டுகள் அவைகளின் இயற்கை நிலையில் இருக்கின்றன. உடலில் சிறுகாயங்கள் ஏற்படும்பொழுது இரத்தக்குழல்களை விட்டு இரத்தம் வெளிப்படுகிறது. இரத்தத்துடன் வெளியேறும் இரத்தத்தட்டுகள் சிதைவடைந்து த்ராம்போகைனேஸ் எனும் என்ஸைமை வெளிப்படுத்துகின்றது. இந்த என்ஸைமே இரத்தம் உறைவதற்கு ஆரம்பத் தூண்டுகோலாக அமைகின்றது. இது பிளாஸ்மாவின் ப்ரோத்ராம்பினை, 'த்ராம்பின்' (thrombin) எனும் பொருளாக மாற்றுகிறது. இம்மாறுதல் ஏற்படவேண்டுமெனில் கால்சியம் உப்புக்கள் மிகவும் இன்றியமையாதவைகளாகும். மாற்றப்பட்ட த்ராம்பின் பிளாஸ்மாவில் கரைந்த நிலையிலுள்ள ஃபைப்ரினோஜனைக் கரையாப் பொருளான ஃபைப்ரின் இழைகளாக மாற்றியமைக்கின்றன. இவ்விழைகள் சல்லடை போன்று



படம் 11. இரத்தம் உறைதல்

பின்னப்பெற்று அவைகளின் இடைவெளிகளில் சிவப்பு, வெண்மை அணுக்கள் நிரப்பப்பட உறைகுருதி உண்டாக்கப்பட்டு, வெட்டு வாயை அது அடைத்துக்கொள்வதால் இரத்தப் பெருக்குத் தடை செய்யப்படுகின்றது. வெட்டுக் காயத்தினின்றும் ஒரு திரவம் கசிகின்றது. அதுவே சீரம் எனப்படும் பொருளாகும்.

இரத்தக் குழலிலிருந்து வெளிப்பட்டால்தான் இரத்தம் உறைகிறதேயன்றி இரத்தக் குழலினுள் உறைவது கிடையாது. ஏனெனில் இரத்தக் குழல்கள் நன்கு மூடப்பட்டிருப்பதாலும் இரத்தத் தட்டுகள் சிதைய மென்மையற்ற சூழ்நிலை இல்லாமையாலும், இரத்தக் குழலினுள் த்ராம்போகைனேஸ் வெளிப்படுவதில்லை. அப்படிச் சிறிதளவு த்ராம்போகைனேஸ் வெளிப்பட்டாலும் அதை முறியடிக்க ப்ரோத்ராம்பின் எதிர்ப்புப் பொருளும் (anti-prothrombin), த்ராம்பின் எதிர்ப்புப் பொருளும் (anti-thrombin) பிளாஸ்மாவில் இருப்பதால் இரத்தம் உறைவது தடுக்கப்படுகிறது.

இரத்தம் உறைவது விரைவுபடுத்தலும், தடுக்கப்படுதலும்

இரத்தம் உறைவதைக் கீழ்க்காணும் முறைகளால் விரைவுபடுத்தலாம் :

1. வெப்பநிலையைச் சிறிதளவு அதிகரிப்பதன்மூலம் இரத்தத்தை வேகமாக உறைய வைக்கலாம் (காயமேற்பட்டால் காயத்தைக் குளிர்நீரில் நனைப்பதன்வாயிலாக உடைந்த இரத்தக் குழல்களைச் சுருங்கச்செய்து இரத்தம் வெளியேறுவதைத் தடுக்கலாம்).

2. இரத்தம் மென்மையற்ற பொருளின்மீது பட்டால் இரத்தத் தட்டுகள் எளிதாகச் சிதைந்து 'த்ராம்போகைனேஸை' வெளிப்படுத்துகின்றன. இதன் காரணமாகத்தான் காயத்தின்மீது பஞ்சையோ, துணியையோ வைத்துக் கட்டுகிறோம்.

3. சில பாம்புகளின் நஞ்சு இரத்தம் உறைவதைத் துரிதப்படுத்துகின்றன.

4. ஆலம் (alum), ஃபெர்ரிக் குளோரைடு (ferric chloride), ஜிங்க் க்ளோரைடு (zinc chloride), சில்வர் நைட்ரேட் (silver nitrate) முதலிய பிளாஸ்மா புரதங்களைக் கரையா வடிசில்களாகச் (precipitate) செய்வதன்மூலமும் இரத்தக் குழல் சுவர்களை சுருங்கச் செய்வதன் மூலமும் இரத்தம் உறைதலை விரைவுபடுத்துகின்றன. கால்சியம் உப்புக்கள் சேர்வதன்மூலம் ப்ரோத்ராம்பின் த்ராம்பினுக மாறி இரத்தத்தை வேகமாக உறைய வைக்

கிறது. இதனுல்தான் வெட்டுக் காயங்களின்மேல் நாம் சுண்ணும்பு தடவுகின்ரும்.

5. தசை துரித இயக்கங்களுக்குப் பின்னரும், உணர்ச்சி வசப்பட்டாலும் வெளிப்படும் இரத்தம் உறைகிறது. ஏனெனில் இந்நிலையில் அட்ரீனலின் (adrenalin) எனும் ஹார்மோன் இருக்கிறது. அது இரத்தம் உறைவதை வேகப்படுத்தும் தன்மை கொண்டது.

6. வைட்டமின் 'கே' (K) இரத்தத்தை எளிதில் உறைய வைக்கும் தன்மை கொண்டிருப்பதால் கண் அறுவைச் சிகிச்சையின் பொழுது இரத்தப் போக்கைத் தடுக்க வைட்டமின் 'கே' ஐப் பயன்படுத்துகின்றனர்.

இரத்தம் உறைவதைக் கீழ்க்கண்ட முறைகளால் தடுக்க இயலும். இவைகளைக் 'குருதி உறைத் தடுப்பு' (anti coagulates) எனக் கூறுகிரும்.

1. சோடியம் ஆக்ஸலேட் (sodium oxalate) உப்புக்களை இரத்தத்துடன் கலந்தால் இரத்தம் உறைவதில்லை. ஏனெனில் ஆக்ஸலேட்டானது இரத்தக் கால்சியத்தை வடிசில்களாக மாற்றுவதால் ப்ரோத்ராம்பின் த்ராம்பினுக மாற்றம் அடைவது தடுக்கப்படுகிறது. ஃப்ளோரைடு, சிட்ரேட் உப்புக்கள் இரத்தக் கால்சியத்துடன் இணைபொருளாக மாற்றப்படுவதால் அதே நிலை ஏற்படுகிறது.

2. குளத்து அட்டையின் உமிழ்நீரில் 'ஹிருடின்' (hirudin) என்னும் என்ஸைம் இரத்தம் உறையாவண்ணம் தடுக்கின்றது.

3. கல்லீரல், நுரையீரல், தசைகள், திசுக்கள் முதலானவற்றில் தோன்றும் 'ஹிப்பாரின்' (heparin) எனும் பொருள் இரத்த உறைவைத் தடுக்கின்றது.

4. உடலில் வைட்டமின் 'கே' குறைவாக எடுத்துக்கொள்ளப் படின், இரத்தம் உறைவது கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது.

5. இரத்தத்தை மிகத் தாழ்ந்த குளிர் நிலையில் வைத்தால் இரத்தம் தொடர்ந்து திரவ நிலையிலேயே இருந்து வருகின்றது.

6. மென்மையான பரப்பு இரத்தத் தட்டுகளைச் சிதைவு செய்ய இயலாது. ஆகையால், உட்புறம் மெழுகு தடவிய கண்ணுடிப் பாத்திரத்தில் இரத்தத்தை வைத்தால் அது வெகுநேரம் வரை உறையாமல் திரவ நிலையிலேயே இருந்து வருகிறது

தொகுப்பு 3

இரத்தத் தொகுப்பு
(Blood Group)

உடலின் எடையில் 7 சதவிகிதம் இரத்தத்தினுலாகியது. இரத்தத்திற்கு மிகப் பெரும் பயன் அளிக்கின்ற 'செய் கடமைகள்' இருக்கின்றன. இதைத் தவிர இதற்கு இரத்தக் குழல்களில் ஒரே நிலை அழுத்தத்தையும், சீரான இதயத் துடிப்பையும் ஏற்படுத்தக் குறிப்பிட்ட அளவு உடலினுள் இருக்கவேண்டியது இன்றியமையாதது.

குறுகிய காலத்தில் உடலின் 3 சதவிகித இடைவிடா இரத்தப் போக்கின்மூலம், உடன் மரணம் ஏற்படுகின்றது. எதிர்பாராத விபத்துகளினுல் உடலிலுள்ள இரத்தக் குழல்கள் உடைபட அதிக அளவில் இரத்தம் வெளியேற இந்நிலை ஏற்படுகிறது. இந்த இரத்த சேதத்தை ஈடுகட்ட, பாதிக்கப்பட்டவர் உடலில் மற்றவர் இரத்தத்தைச் செலுத்தவேண்டும். இதற்குக் 'குருதியேற்றம்' (blood transfusion) எனப் பெயர். இரத்தம் கொடுப்பவருக்குக் 'குருதிக் கொடையாளர்' (blood donor) என்றும், பெற்றுக் கொள்பவருக்கு 'குருதி பெறுநர்' (recipient) என்றும் பெயர். இவ்வாறு பெறுபவர் உடலினுள் செலுத்தப்பட்ட இரத்தம் இழக்கப்பட்ட இரத்த அளவை ஈடு செய்வதன்மூலம் பெறுபவரின் இரத்தக்குழல்களில் சரியான இரத்த அழுத்தத்தை ஏற்படுத்துகின்றது.

பண்டைக் காலங்களில் விபத்தில் பாதிக்கப்பட்டு அதிகமான இரத்தம் இழந்தவரின் உடலில் அதே இடத்தில் கிடைக்கக்கூடிய குருதிக் கொடையாளரின் இரத்தத்தைச் செலுத்துவதன்மூலம் பெறுநர் நன்மை அடையாமல் உடன் இறக்கவேண்டி நேர்ந்தது. கொடையாளரின் இரத்தம் பெறுநரின் இரத்தத்துடன் உடன்படாத காரணத்தால்தான் மரணம் ஏற்படுகின்றது என்று கண்டறிந்தனர். உடன்படாத இரத்தத்தில் சிவப்பு அணுக்கள் கூட்டமாக இணைகின்றன. இச் சிவப்பு அணுக் கூட்டம் இரத்தத் தந்துகிகளினுள் அடைபட்டு, இரத்தப் போக்கைத் தடுத்து அவைகளின் ஹீமோக்ளோபின் வெளிப்பட்டுச் சிறுநீர்க் குழாய்களை அடைத்து அவைகளுக்குத் தீங்கு விளைப்பதால் சிறுநீர் வெளியேற்றம் தடைப்பட்டு மரணம் ஏற்படுகிறது. சிவப்பு அணுக்கள் கூட்டமாக இணைந்துகொள்ளும் தன்மையைக் 'குருதி அணுத் திரள்' (agglutination) எனக் கூறுகிறோம். கொடையாளரின் இரத்தம் பெறுநரின் இரத்தத்திற்கு ஏற்றதாக இருந்தால் இவ்விரு இரத்தங்களை இணை

யொத்த (compatible), தென்றும் இல்லாவிடில் ஒவ்வாது (incompatible) என்றும் பிரிவுபடுத்துகிறோம்.

1900ஆம் ஆண்டு 'லாண்ட் ஸ்டீனர்' (LandSteiner), வீனர் (Weiner) என்னும் இரு விஞ்ஞானிகள் பல ஆண்டு ஆராய்ச்சியின் பயனாகக் குருதி ஏற்றத்திற்கு ஏற்புடைய மனித இரத்தத்தை நான்கு தொகுப்புகளாகப் பிரிவுபடுத்தலாம் என்று கண்டறிந்தனர். அத் தொகுப்புகளை A, B, AB, O என்று வகைப்படுத்தினர். இரத்த அணுக்களில் உள்ள 'ஆக்கக் கூறு' (factor) தன்மையைக் கொண்டு இத் தொகுப்பு கணிக்கப்பட்டது. இரத்த அணுக்களில் 'அக்ளுடிநோஜன்' (agglutinogen) எனும் ஆக்கக் கூறு இருக்கின்றது. அதில் ஆங்கிலப் பெரு எழுத்துகளால் குறிக்கக்கூடிய A, B என்று இரு வகைகள் உள்ளன. பிளாஸ்மாவில் 'அக்ளுடினின்' (agglutinin) அல்லது 'எதிர்ப்புப் பொருள்' (antibody) இருக்கின்றது. அதிலும் இலத்தீன் எழுத்தால் குறிக்கக் கூடிய $\alpha\beta$, β என இருவகைகள் உள்ளன.

ஒரே வகையான அக்ளுடிநோஜனும், அக்ளுடினும் (அதாவது Aயும் αம்; Bயும் βவும்) ஒன்று சேர்ந்து அமையக் கூடாது. அவ்வாறு அவைகள் ஒன்று சேர்ந்தால் 'குருதி அணு ஒட்டுத்திரள்' ஏற்படுகின்றது.

இவ்வாறு வேறுபடுத்தும் தன்மையை வைத்து மனிதர்கள் இரத்தத்தையும் நான்கு தொகுப்புகளாகப் பிரிக்கலாம். அவை யாவன: A, B, AB, O.

A தொகுப்பு இரத்தத்தில் சிவப்பு அணுவில் அக்ளுடிநோஜன் Aம், பிளாஸ்மாவில் அக்ளுடினின் βவும் இருக்கின்றன. B இரத்தத் தொகுப்பில் சிவப்பு அணுவில் அக்ளுடிநோஜன் B-ம், அக்ளுடினின் αவும் இருக்கின்றன. AB தொகுப்பில் அக்ளு

இரத்தத் தொகுப்பு	அக்ளுடிநோஜன் (சிவப்பு அணு)	அக்ளுடினின் (பிளாஸ்மா)
A	(A)	β
B	(B)	α
AB	(AB)	இல்லை
O	(இல்லை)	$\alpha\beta$

டிநோஜன் A-யும், B யும், பிளாஸ்மாவில் ஒருவித அக்ளுடினும் அற்று இருக்கின்றன. O தொகுப்பில் அக்ளுடிநோஜன் ஒன்றுமே

இல்லாமல், பிளாஸ்மாவில் அக்ளுடினின் αவும் βவும் இருக்கின்றன. இவ்விவரங்களைக் கீழ்க்கண்டவாறு காணலாம்:

பயன்படக்கூடியதும், தீங்கு விளைவிக்காததும் கொண்ட இரத்தக் கொடையாளரின் இரத்தத் தொகுப்பையும், பெறுநர் இரத்தத் தொகுப்பையும் குருதியேற்றம் நடைபெறுவதற்கு முன்னரேயே தெளிவுறத் தெரிந்து, அவர்களின் இரத்தத் தொகுப்புகள் இணையொத்தவை என்று திண்ணப்படுத்தியபின் தான் குருதியேற்றத்தை நடத்தவேண்டும். இக் குருதியேற்றத் தினுல் பெறுநர் உடலில் 'குருதி அணு ஒட்டுத்திரள்' ஏற்படக் கூடாது. கொடையாளர் இரத்தம் பெறுநர் இரத்தத்தினுள் செலுத்தப்படும்பொழுது கொடையாளரின் பிளாஸ்மா அளவைப் பெறுநர் இரத்தப் பிளாஸ்மா அளவுடன் ஒப்பிட்டுப்பார்த்தால் மிகக் குறைந்த அளவில் இருக்கிறது. ஆனுல் கொடையாளர் இரத்தச் சிவப்பணுக்கள் பெறுநரின் பிளாஸ்மாவுடன் அதிக அளவில் இணைப்பு ஏற்படுத்திக்கொள்கின்றன. ஆகையினுல் கொடையாளர் அக்ளுடிஜேனைப் பெறுநர் அக்ளுடினினுடன் ஒப்பிட்டுப் பார்க்கவேண்டும்.

பெறுநர்			கொடையாளர்				
இரத்தத் தொகுப்பு	அக்ளுடிஜேனின்	அக்ளுடினின்	இரத்தத் தொகுப்பு	A	B	AB	O
			அக்ளுடிஜேனின்	(A)	(B)	(AB)	இல்லை
			அக்ளுடினின்	β	α	இல்லை	αβ
A	A	(β)		✓	×	×	✓
B	B	(α)		×	✓	×	✓
AB	AB	(இல்லை)		✓	✓	✓	✓
O	இல்லை	(αβ)		×	×	×	✓

× = ஒவ்வாத இரத்தம் ✓ = ஏற்புடைய இரத்தம்
AB = முழு நிறை பெறுநர் O = முழு நிறை கொடையாளர்

மேற்கண்ட விளக்க அட்டவணை (chart) மூலம் எந்த வகைப் பெறுநர், எந்தத் தொகுப்புக் கொடையாளரிடமிருந்து இரத்தம் பெற்றுக் கொள்ளலாமென்று எளிதில் தெரிந்துகொள்ளலாம். A தொகுப்புப்பெறுநர் Aயும்Oவும்கொண்ட கொடையாளரிடமிருந்தும் B தொகுப்புப் பெறுநர் Bயும் Oவும் தொகுப்புக் கொண்ட கொடையாளரிடமிருந்தும், AB தொகுப்புப் பெறுநர் எல்லாத் தொகுப்புக் கொடையாளரிடமிருந்தும், O தொகுப்புப் பெறுநர், O தொகுப்புக் கொடையாளரிடமிருந்தும் இரத்தம் பெற்றுக் கொள்ளலாம் எனக்

கண்டறிகிறோம். AB பெறுநர் எல்லாத் தொகுப்புக் கொடையாளரிடமிருந்தும் இரத்தம் பெற்றுக் கொள்ளலாம் என்பதால் AB தொகுப்பினரை 'முழுநிறை பெறுநர்' (universal recipient) என்று கூறுகிறோம். O தொகுப்புக் கொடையாளர் எல்லாத் தொகுப்புப் பெறுநருக்கும் இரத்தத்தைக் கொடுக்கலாமென்பதால் AB தொகுப்புக் கொடையாளரை 'முழுநிறை கொடையாளர்' (universal donor) எனக் கூறுகிறோம்

1940ஆம் ஆண்டுவரை மனித இரத்தம் 4 தொகுப்புகள் மட்டும் கொண்டமைந்துள்ளது என்று திண்ணமாகக் கருதி வந்தனர். இருப்பினும் சரிவர இணையொத்த குருதி ஏற்றத்தில் சிற்சில சமயங்களில் மரணம் ஏற்பட்டு வந்தது. இதன் காரணமாகத் தொடர்ந்து ஆராய்ச்சி நடத்தியதன்மூலம் லாண்ட்ஸ்டீனரும், வீனரும் இந்த நான்கு தொகுப்புகளைத் தவிர வேறு சில ஆக்கக் கூறுகளும் இரத்தத்தில் இருப்பதைக் கண்டறிந்தனர். 'ரீஸஸ் குரங்கு' (rhesus monkey) எனப்படும் ஒருவகைச் சிறு குரங்கின் இரத்தத்தை கினிப் பன்றி' (guinea pig)யின் இரத்தத்தினுள் செலுத்தினால் அப்பிராணியின் இரத்தம் குரங்கின் இரத்தத்திற்கு எதிர்ப்பொருள் உண்டாக்குகிறது. அந்த எதிர்ப்புப் பொருள் கொண்ட கினிப் பன்றியின் சீரத்தை மனித இரத்தத்துடனோ குரங்கின் இரத்தத்துடனோ கலந்தால் குருதி அணு ஒட்டுத்திரள் தோன்றுகிறது. இதன் காரணம் என்னவெனில் ரீஸஸ் குரங்கின் சிவப்பு அணுக்களில் உள்ள Rh என்ற ஆக்கக் கூறுகள்தான். இப்பொருள் 85 சதவிகிதத்திற்கு, மேல்நாட்டினரிடத்தும் (அநேகமாக எல்லா ஜப்பானியர், சைனக்காரர், நீக்ரோக்கள்) காணப்படுகிறது. இத்தகைய இரத்தத்தை Rh— என்று கூறுகிறோம். இந்த Rh ஆக்கக் கூறு அற்ற மனித இரத்தத்தை Rh, எனக் கூறுகிறோம்.

Rh ஆக்கக் கூறு குருதியேற்றத்திற்கு முக்கியமாக அமைந்திருக்கிறது. Rh+ கொண்ட கொடையாளர் இரத்தத்தை Rh- கொண்ட பெறுநர் உடலில் செலுத்தினால் முதல் செலுத்தத்தில் பெறுநர் உடலில் Rh+ எதிர்ப்புப் பொருள்மட்டும் உண்டாவதேயன்றி ஒருவிதத் தீங்கும் ஏற்படுவதில்லை. இதற்குப் பின்னர் இரண்டாவது முறையாகக் குருதியேற்றம் நடப்பதால் பெறுநர் உடலில் ஆபத்தான மாற்றங்கள் ஏற்படுகின்றன. இவ்வகையில் பெண்களில் குருதிஏற்றம் நடத்தினால் கருத்தரித்த நிலையில், இரண்டாவது குருதியேற்றத்தில் கருவின் இரத்த அணுக்கள் சிதைவுபட்டு 'எரித்ரோ-ப்ளாஸ்டோஸில் ஃபீடாலிஸ்' (erythrobiastosis - fcetalis) எனும் இரத்த நோயை உண்டாக்குவதனால் கருவின் நலம் கெட்டுச் சில சமயங்களில் கருச் சிதைவும் நேரிடலாம். சிக்கில்

செல் அனிமியா (sickle cell anemia) என்ற நோயும் சிவப்பு அணுக்களின் மாறுதல்களால் ஏற்படுகின்றது.

Rh ஆக்கக் கூறு தவிர, M, N, O எனப் பல சிறு இரத்தத் தொகுப்புகளையும் அறிவியல் அறிஞர்கள் ஆய்ந்து கண்டு பிடித்துள்ளனர்.

குருதியேற்றம் (Blood Transfusion)

பெரும் விபத்துக்குள்ளாகி அதிகக் கணக்கில் இரத்தத்தை இழக்க நேரிட்டால், இரத்தக் குழல்களிலுள்ள திரவ அளவு குறைவதன்மூலம் இரத்த அழுத்தம் குறைந்து, இதய இயக்கத்திற்குக் கெடுதலாக அமைகின்றது. குறைந்த திரவத்தை உடலின் பல்வேறு பாகங்களுக்குச் செலுத்த இதயத் தசைகள் பெருமுயற்சியுடன் சுருங்கவேண்டியிருப்பதால், இதயத்தின் ஆற்றல் சுமை அதிகமாகின்றது. இந்நிலையைத் தவிர்க்க இழக்கப்பட்ட திரவ அளவு புதிய திரவத்தை உடலினுள் செலுத்துவதன்மூலம் ஈடு செய்யப்படவேண்டும். முற்காலங்களில் இந் நெருக்கடி நிலையைச் சரிக்கட்டக் கொடையாளர் இரத்தத்தைப் பெறுநரின் உடலினுள் செலுத்தி வந்தனர். இம் முறை மிகப் பயனுள்ளதும், சரியானதுமாகும். ஏனெனில் இம்முறையினால் இழந்த திரவத்தின் அளவை ஈடுசெய்ய முடிந்தது மட்டுமல்லாமல் பெறுநர் உடம்பினுள் அவருக்குத் தேவையுள்ள பிளாஸ்மாவும் இரத்த அணுக்களும் செலுத்தப்படுவதனால், உடம்பின் இரத்தம் அதன் இயக்கங்களை ஒழுங்கு செய்வதற்கு ஏற்றவாறு அமைக்கப்படுகிறது. இவ்வாறு குருதியேற்றத்திற்கு இவ்விருவர் இரத்தத் தொகுப்புகளையும் ஒப்பிட்டுப்பார்த்தல் வேண்டும். மேலும் கொடையாளர் இரத்தத்தில் ஒருவித நோய்க் கிருமிகளும் கிடையாது என அறுதியிட்ட பின்னர்த்தான் குருதியேற்றம் நடத்தவேண்டும்.

இரத்தத்தை அதன் முழு நிலையிலேயே குருதியேற்றத்திற்குப் பயன் தன்மையாக எப்பொழுதும் அமையாது; சிற்சில சமயங்களில் பெரும் விபத்தில் பாதிக்கப்பட்டவருக்கு உடனடிக் குருதியேற்றத் தேவைக்கு ஏற்ற கொடையாளர் கிடைக்காமல் போகலாம்; அல்லது இவர்களின் இரத்தத் தொகுப்பை வேறுபடுத்தி அறிந்துகொள்ள நேரம் இல்லாமலிருக்கலாம். அப்பேர்ப்பட்ட நிலையிலும் குருதியேற்றம் நடைபெறத் தனி ஏற்பாடுகள் எடுத்துக்கொள்ளப்பட்டு வருகின்றன. ஒவ்வொரு பெரிய மருத்துவ நிலையங்களிலும் இரத்தச் சேமிப்பு நிலையங்கள் (blood banks) நிறுவப்பட்டிருக்கின்றன. உதவும் மனப்பாங்கு கொண்டவர்கள் சேமிப்பு நிலையங்களுக்குச் சென்று இரத்த தானம் கொடுக்

கின்றனர். அவர்களின் இரத்தத் தொகுப்பைக் கணித்து இரத்தத்தைத் தாழ் குளிர் நிலையில் வைத்து அதைத் திரவ நிலையில் வைத்திருந்து உடனடிக் குருதியேற்றத்திற்குப் பயன்படுத்து கின்றனர். இரத்தத்தை இவ்வகையில் சிறிது காலந்தான் கெடாமல் சேமித்து வைக்க இயலும். நீண்ட காலப் பயனுக்குப் பெறுநர் இரத்தத்திலிருந்து பிளாஸ்மா அல்லது சீரத்தை நீக்கி யெடுத்து அதைத் திரவநிலையிலோ, காய வைத்துப் பொடி நிலையிலோ சேமித்து வைப்பதன்மூலம் அது கெடாமலும் பல்வேறு இடங்களுக்கு அனுப்பப்படும் தன்மைலும்யிருப்பதால் மிக்க உகந்த முறையாக அமைகின்றது. தேவையான பொழுது இப்பொடியை 'வாலை வடி கட்டிய' (distilled) நீருடன் கலந்து பெறுநர் உடலில் செலுத்தலாம்.

மனித இரத்தத்திற்கு மாற்றுகக் குருதியேற்றத்திற்குப் பயன்படும் பொருள்கள்

மனித இரத்தத்திற்கு மாற்றுக வேறு பொருள்களைக் குருதி யேற்றத்திற்குப் பயன்படுத்தப் பல ஆய்வுகள் நடத்தப்பட்டு வந்தன. குருதியேற்றத்தின் முக்கிய குறிக்கோள் இழந்த திரவ அளவை ஈடுசெய்வதேயாம். இக்காரணம் கொண்டு இரத்தத்தின் அதே பௌதிகப் பண்பு கொண்ட பொருள் இருந் தால் அப்பொருள் இரத்தத்தின் சேதத்தை ஈடுகட்ட இயலும். இவ்வாறு செயற்கை முறையில் குருதியேற்றம் நடத்தமுடியும். இம்முறையில் பயன்படும் பொருள்களில் கூட்டணுக்கள் இரத்தக் குழலைவிட்டு வெளியேருதவாறு பெரிதாகவும், திரவநிலையில் இரத்தத்தைப் போன்று 'சம ஊடு கலப்பு அழுத்தம்' கொண்ட தாகவும் எளிதில் கிடைக்கக் கூடியதாகவும் விலை குறைவுள்ள தாகவும் இருத்தல்வேண்டும்.

1. உப்புக் கரைசல் (Saline Solution)

0·9 சதவிகித சோடியம் குளோரைடு கரைசலானது, செயற்கைக் குருதியேற்றத்திற்குப் பயன்படுத்திப் பார்த்ததில் அது அவ்வளவு குணமுள்ளதாகக் காணப்படுவதில்லை. ஏனெனில் இவ்வுப்பின் கூட்டணுக்கள் இரத்தத் தந்துகிகள்வழியே வெளிச் செல்கின்றன. தண்ணீர்மட்டும் இரத்தத்தில் தேங்கி அதுவும் வெளியேற்றப்படுகின்றது.

2. கோந்து

6 சதவிகித 'கம் அக்கேஸியா' (gum acacia) எனும் கருவேல மரக் கோந்தை 0·9 சதவிகித உப்புக் கரைசல் நீரில் கலக்கி, அத்

திரவத்தைச் செயற்கை முறையில் குருதியேற்றம் நடத்தும் முறையை முதல் உலக யுத்தத்தில் பயன்படுத்தினர். கோந்தின் கூட்டணுக்கள் பெரியதாக இருப்பதால் அது இரத்தக் குழலினுள்ளே தங்கிவிடுவதால் இம்முறை பயனுள்ளதாக இருந்து வந்தது. இரத்த ஓட்டத்தினுல் கோந்து கல்லீரலில் நிறைந்து, கல்லீரலில் கேடுவிளைவிப்பதால் இம்முறையும் பின்னர்க் கைவிடப் பட்டது.

மீன்களின் காற்றுப் பையிலிருந்து எடுக்கப்படும் 'ஐஸின் க்ளாஸ்' (isin glass) எனும் பசைக் கூழ் குருதியேற்றத்திற்கு ஏற்புடையதாக உள்ளது. 0·9 சதவிகித உப்புக்கரைசலில் 6 சத விகிதப் பசைக் கூழைச் சேர்த்துக் கலக்கிச் செயற்கைக் குருதி யேற்றம் நடத்துவதில் அதிகப் பயனுடையதாகக் காணப் படுகிறது.

தொகுப்பு 4

இதயம்

(Heart)

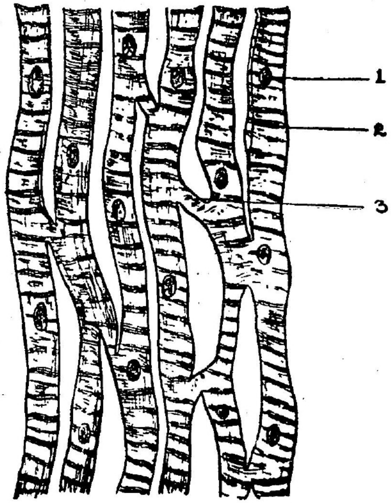
இரத்த ஓட்டமண்டலத்தில் இரத்தத்தை உடல் முழுவதும் இரத்தக் குழல்கள்மூலம் அழுத்தத்துடன் செலுத்துவதற்குச் சுருங்கி விரியும் வன்மைகொண்ட பருத்த உறுப்பே இதயம். இதயச் சுவரில் தனிப்பட்ட இதயத் தசை (cardiac muscles) இருக் கின்றது. இத்தசைகளின் இயல்புகளால்தான் இதயம் சரிவர இயங்கிக்கொண்டிருக்கின்றது.

இதயத் தசையின் அமைப்பும் பண்புகளும் (Structure and Properties of heart muscles)

இதயத்தசை இழை போன்ற செல்களாலானவை. இது நான்கு புறங்கள் கொண்டு ஓர் இழை போன்ற அமைப்பினுல் அடுத்திருக்கும் தசைச் செல்லுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இதற்கு 'சார்க்கோலம்மா' (sarcolemma) என்ற வெளியுறை கிடையாது. ஒவ்வொரு தசைச் செல்லும் ஒரு 'நியூக்ளியஸ்' கொண்டு தசையின் குறுக்கே சில நுண் கோடுகள் கொண்டிருக்கின்றது.

இதயத் தசைக்கு மூன்று செயல் இயல்கள் இருக்கின்றன :

1. தூண்டப்படுதலும் சுருங்குவதும் (excitablity and contractiblity).



படம் 12.

இதயத்தசை அமைப்பு

1. நியூக்ளியஸ்

2. குறுக்கு நுண் கோடுகள்

3. இணைப்பு இழை

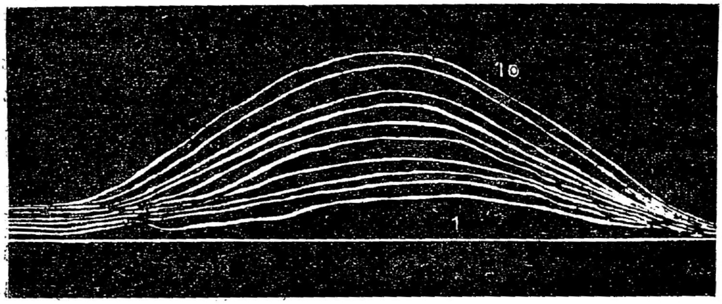
2. ஒழுங்கியல்பு (rhythmicity)

3. ஊடுகடத்தும் ஆற்றல் (conductivity)

1. தூண்டப்படுதலும் சுருங்குவதும்

வெப்பம், வேதியியல் தன்மை, மின்னியக்கம் போன்ற புறத் தூண்டுதல்களுக்கு (stimuli) ஏற்ப இதயத் தசை சுருங்குகின்றது. எல்லாத் தசைகளும் ஒரே காலத்தில் சுருங்குகின்றன. இல்லை யெனில் சுருங்க மறுக்கின்றன. இத்தன்மையால் சில தசைச் செல்கள் சுருங்க, மற்றவை சுருங்காமல் இருக்க இயலாது. இதயத் தசையைக் குறிப்பிட்ட கால அளவில் ஒன்றன்பின் ஒன்றுகத் தூண்டுதல் செய்துகொண்டேயிருந்தால் முதலில் சில சுருக்கங்கள் துரிதமாகவும், பின்னர் மெதுவாகவும் நடைபெறுவதால் இத்துடிப்புகளை வரைகோடுமூலம் நிர்ணயித்தால் அப்படத்தில் சுருக்கத்தின் தன்மை புலப்படும். இத்தன்மைக்கு 'ட்ரப்பி' (treppe) அல்லது 'மாடிப்படித் தோற்றம்' (staircase phenomenon) என்று பெயர்.

சுருங்கிய நிலையில் ஓர் இதயத் திசுவுக்குத் தூண்டுதல் அளித்தால், அதைப் புறக்கணித்து மேலும் சுருக்கத்தை ஏற்படுத்துவதில்லை. தூண்டுதலைப் புறக்கணிக்கும் பருவத்திற்கு 'முழுமையான படிமானமற்ற நிகழ்ச்சி' (absolute refractory period) எனப் பெயர்.



படம் 13. மாடிப்படித் தேற்றம் (ட்ரப்பி)
1—10. கூடுதல் அடையும் சுருக்க நிலை

2. ஒழுங்கியல்

பிறக்கும்பொழுது இயங்கத்தொடங்கும் இதயம் ஓய்வற்று இறக்கும்வரை ஒரே நிலையில் துடித்துக் கொண்டிருக்கின்றது. ஒவ்வொரு துடிப்பும் ஒழுங்கான அளவினுள் அமைந்திருக்கிறது. இப்பண்பு இதயத் தசைக்கு ஏற்பட்ட ஒரு தனித்தன்மை. ஒரு தவளையிடமிருந்து பிரிக்கப்பட்ட இதயத்தை 0·6 சதவிகித உப்புக் கரைசலில் வைத்திருந்தால் வெகு நேரம்வரை அது ஒழுங்கு முறையிலேயே துடித்துக் கொண்டிருக்கிறது. இத்துடிப்புத் தன்மைக்கும், நரம்பு மண்டல ஆதிக்கத்திற்கும் ஒரு விதத் தொடர்பும் கிடையாது

ஊடு கடத்தும் ஆற்றல்

இதயத்தின் எப்பக்க இழையும் தூண்டப்பட்டபொழுதிலும். அத் தூண்டுதல் அத்தசை இழையில் இருந்து மற்ற இதயத் தசை இழைகளுக்கு எடுத்துச்செல்லப்படும் தன்மையை ஊடு கடத்தும் ஆற்றல் எனக் கூறுகிறோம்

இதயத்துடிப்பின் தன்மை (nature of heartbeat)

ஒரு பிராணியிடமிருந்து பிரித்தெடுக்கப்பட்ட இதயம் தொடர்ந்து துடித்துக்கொண்டே இருக்கிறது. துடிப்புத்

தூண்டுதல் இதயத் தசைத் திசுவினுலேயே அமைந்திருப்பதால் தான் இவ்வாறு தசையானது, நரம்புமூலம் தூண்டுதலை எதிர் பார்க்காமலேயே சுருங்கி விரிகின்றது. இவ்விதயத் துடிப்பு ஒழுங்காக நடைபெறுதற்கு இதயத்தின் சில திசுக்களில் வெளியிடப் படும் சக்தி முக்கியப் பங்கேற்கிறது. இப்பொருளுக்கு 'ஒழுங்கு நடைப்படைப்பு' (pace maker) எனப் பெயர். இதன் காரணம் கொண்டு வெளித் தூண்டுதலின்றியே இதயம் தானுகவே குறிப் பிட்ட காலஅளவில் துடிக்கின்றது. முதுகெலும்புப் பிராணி களிலும் மெல்லுடலிகளிலும் இப்பொருள் இதயத் தசை களிலேயே அமைந்திருப்பதால் அவ்வகை இதயத்தை 'தசை இயக்க இதயம்' (myogenic heart) எனக் கூறுகிறேம்.

தவளையிலும், ஊர்வனவிலும், இதயத் துடிப்பு சைனஸ் விஞேஸ்ஸிஸ்' (sinus venosus) ஆரம்பித்தால் இதயத் துடிப்பின் ஒழுங்குமுறை நிறுவும் பொருள் அதில் அடங்கியுள்ளது என்று கருதலாம். பறவைகளிலும், பாலூட்டிகளிலும் வல ஆரிகிளில் 'சைனஸ்' சேருமிடத்தில் இது அமைந்துளது என்றும் தெரிந்து கொள்ளலாம். 'அஸெடைல் கோலைன்' (acetyl cholin) எனும் ஒரு வேதியியல் பொருள் இப் பிராணிகளின் இதயத்துடிப்பைத் தூண்டுகிறது கணுக்காலிகளின் இதயச் சுவரிலுள்ள 'நரம்புத் திரள் செல்கள்' (ganglion cells) இதயத்துடிப்பைத் தொடக்குவதால் நரம்பில் 'ஒழுங்கு நடைப்படைப்பு' அமைந்துள்ளதாகக் கருதி, அவ்வகை இதயத்தை 'நரம்பு இயக்கு இதயம்' (neurogenic heart) எனக் கூறலாம். அஸெடைல் கோலைன் இவ்வகை இதயத் துடிப்பைத் துரிதமாக்குகிறது.

இதயத் துடிப்பு (heart beat)

இதயத் தசைச் சுவர்கள் சுருங்கி விரிவதனுல் இதயம் துடிக் கின்றது. இதயம் சுருங்கும் பருவத்தை 'ஸிஸ்டோல்' (systole) என்றும், விரியும் நிலையை 'டையாஸ்டோல்' (diastole) என்றும் கூறுகிறேம். ஒரு தடவை சுருங்கி விரிந்தபின் அது 'பாஸ்' (pause) எனும் ஓய்வு நிலையை' அடைகிறது. ஒரு ஸிஸ்டோல், ஒரு டையாஸ்டோல், ஒரு பாஸ் கொண்டதற்குத்தான் ஓர் இதயத் துடிப்பு எனக் கூறுகிறேம். ஒவ்வொரு பிராணியினத்திற்கும் நிமிடத்திற்குக் குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கையில்தான் இதயத்துடிப்பு இருக்கிறது. அநேகமாக சிறு உடல் பிராணிகளுக்கு அதிகமாகவும், பெருவுடல் பிராணிகளுக்குக் குறைந்த எண்ணிக்கையிலும் இதயத் துடிப்புள்ளது. மனிதனுக்கு நிமிடத்திற்கு 72 தடவையும், குதிரைக்கு 60 தடவையும் சிறு பறவைகளுக்கு 1000 தடவையும் பெரிய

பிராணியான யானைக்கு 25 தடவையும் இதயம் துடிக்கின்றது. மனிதனின் குழந்தைப் பருவத்தில் 130 தடவை இதயத் துடிப்பு உள்ளது. வயது ஆக ஆக அதன் எண்ணிக்கை குறைந்து வாலிபப் பருவத்தில் 72 ஆக இருக்கின்றது. உடல் வெப்பம் கூடினாலும், அச்சத்தினாலும், உணர்ச்சிப் பெருக்கினாலும் இதயத் துடிப்பு அதிகரிக்கப்படுகின்றது. வளர்சிதை மாற்றம் அதிகரிக்கவும், இதயத் துடிப்பின் எண்ணிக்கையும் அதிகரிக்கின்றது.

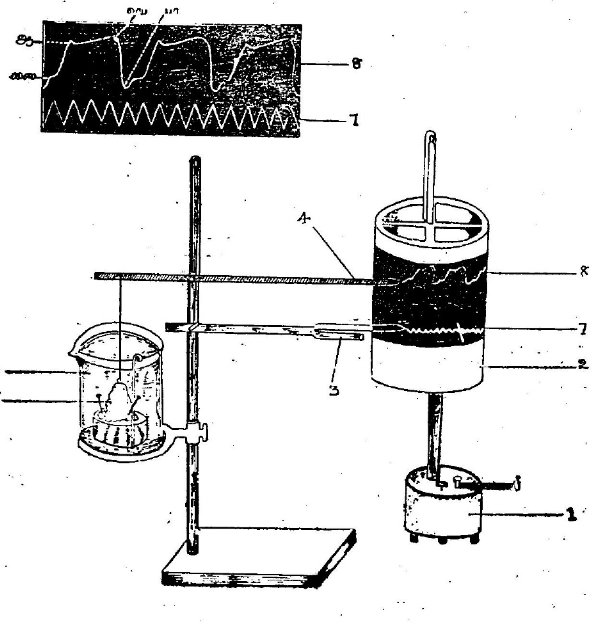
இதயச் சுழல் நிகழ்ச்சி (Cardiac Cycle)

ஓர் இதயத்துடிப்பு முழுவதும் பூர்த்தியாக நடைபெறும் நிகழ்ச்சிக்கு 'இதயச் சுழல்' எனப்பெயர். முதலில் 'ஆரிகிள்' சுருங்கிப் பின்னர் 'வென்ட்ரிகிள்' சுருங்குகிறது. இவை இரண்டும் சுருங்கும் பருவத்தை 'ஸிஸ்டோல்' எனவும், பின்னர் இவை இரண்டும் விரிவுபடும் நிகழ்ச்சிக்கு 'டையாஸ்டோல்' என்றும், அடுத்த ஸிஸ்டோல் துவங்குதற்குமுன் இதயம் அடையும் ஓய்வு நிலையை 'பாஸ்' (pause) எனவும், இந்நிகழ்ச்சிகள் யாவற்றையும் ஓர் இதயத் துடிப்பு எனவும் கூறுகிறோம். இதயத் துடிப்பு எடுத்துக் கொள்ளும் நேரத்தை அதாவது ஆரிகிள் சுருங்கும் காலம், வென்ட்ரிகிள் சுருங்கும் காலம், பாஸ்நிலையின் நேரம் முதலானவற்றைக் கணக்கிட 'இதயத் துடிப்பு மானி' (cardiogram) எனும் ஓர் ஆய்கருவி பயன்படுகிறது. பல்வேறு ஆய்கருவிகளும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. மின் இயக்கத்தால் மிகத் திறன்பட இயங்கும் மின்னியக்க இதயத்துடிப்பு மானி (electro cardiogram) எனும் ஆய் கருவி இதய நோய் உள்ள மனிதர்களின் இதயத் துடிப்புத் தன்மையினை அறிந்துகொள்ளப் பெரிதும் பயன்படுகிறது.

நம் ஆய்வுக் கூடங்களில் எளிய முறையில் இதயத் துடிப்பு நேரத்தைக் கணிக்கலாம்.

ஒரு தவளையின் மண்டை ஓட்டின்மூலம் ஒரு கூர்மையான ஊசியைச் செலுத்தி மூளையை எட்டச் செய்து அதைத் திருப்புவதன் மூலம் மூளையை இயக்கமற்றதாகச் செய்யலாம். அப்பேர்ப்பட்ட தவளையை 'பித்ட் தவளை (pithed frog) எனக் கூறுகிறோம். இத்தகைய தவளையின் உடலை உப்புக் கரைசல் நீரில் வைத்துத் திறந்து அதன் இதயத்தை அதனிடமிருந்து வெட்டிப் பிரித்து எடுக்கவேண்டும். இந்த இதயத்தை வென்ட்ரிகிள் மேல் நோக்கிய நிலையில் ஒரு தக்கை (cork) அட்டையில் குத்தி, அந்தத் தக்கை அட்டையுடன் இதயத்தை உப்புக் கரைசல் நீரில் அமிழ்த்தி வைக்க வேண்டும். நூலின் நுனியில் கட்டிய ஒரு கொக்கியை, இதய உறையான பெரிகார்டியத்தினுள் (pericardium) நுழைத்து, அந்நூலின் மறு முனையை அசையக்கூடிய குறியிடும் கோலில்,

கட்டவேண்டும். இக் கோல் எளிதாக அசைவதற்குச் சமநிலை ஏற்படுத்துதல் வேண்டும். 'குறிக்கோலின்' முன் நுனியானது ஒரு 'வட்டுருளி'யின் (drum) மேல் இலேசாகப் படியும் படிவைக்க வேண்டும். வட்டுருளியைச் சுற்றிக் கரியேற்றிய காகிதம் நன்கு இணைக்கப்பட்டுள்ளது. வட்டுருளி அச்சின் உதவியால் ஒரு கடிகாரப் பொறி அமைப்புடன் (clock work). ஓர் அச்சினுல் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. பொறியமைப்பை இயக்கினுல், அதன் மைய அச்சு சுழல்கிறது. அவ்வச்சுடன் இணைக்கப்பட்ட வட்டுருளியும் ஒரு குறிப்பிட்ட வேகத்தில் மெதுவாகச் சுழல்கிறது. குறி கோல் இருக்கும் நிலைக்குக் கீழ் நிர்ணயிக்கப்பட்ட அதிர்வு கொண்ட ஒரு 'இசைக் கவையுடன்' (tuning fork) இணைக்கப் பட்ட நுண் குறி கோல் வட்டுருளியின் காகிதத்தைத் தொட்டுக் கொண்டிருக்கிறது. இந் நிலையில் ஆய்வுக் கருவி பயன்படுத்தும் விதத்தில் அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது.



படம் 14, இதயத் துடிப்பு மானி

1. கடிகாரப் பொறி அமைப்பு 2. வட்டுருளி 3. இசைக்கவை
4. குறிகோல் 5. இதயம் 6. உம்பு கரைசல்
7. கால அளவு குறிக்கோடு 8. இதயத் துடிப்புக் குறிக்கோடு
சை : சைனஸ் வினோஸஸ் சுருக்கம் ஆ : ஆரிக்கிள் சுருக்கம்
வெ : வென்ட்ரிக்கிள் சுருக்கம் பா : ஓய்வு

இசைக் கவையைத் தட்டிவிட அதன் அசைவினால் அத்துடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும் நுண் குறிகோல் மேலும் கீழும் அசைய, காகிதத்தின் கீழ்ப்புறத்தில் கரியேற்றிய காகிதத்தின் கரி நீக்கப்பட, மேலும் கீழும் செல்லும் அமைப்புக்கொண்ட வெண்கோடுகள் தென்படுகின்றன. இதயம் துடிப்பதனால், அது சுருங்கும் சமயம் நூல் கீழே இழுக்கப்பட, குறிகோல் மேல்நோக்கிச் செல்லும் பொழுது கரி நீக்கப்பட்டு மேல்நோக்கிச் செல்லும் வெள்ளைக் கோடு காணப்படுகிறது. அடுத்து இதயம் விரியும் நேரம் நூல் மேல் நோக்கிச் செல்வதால், குறிகோல் கீழ்நோக்கி நகர்ந்து, கீழ்நோக்கிச் செல்லும் வெண்கோட்டினை ஏற்படுத்துகின்றது. இதயம் ஓய்வுபெறும் நேரம் வட்டுருளி சுற்றுவதால் ஒரு நேர் கோடு தென்படுகிறது. இவ்வாறு 5 அல்லது 6 முறை இதயத் துடிப்பின் பல நிகழ்ச்சிகளைக் கரிக் காகிதத்தில் பதிவு செய்து, அக்காகிதத்தை வட்டுருளியிலிருந்து எடுத்து, இதயச் சுழல் நிகழ்ச்சியில் கால அளவை அறிந்துகொள்ளலாம்.

இந்தக் காகிதத்தில் சை, ஆ, வெ, பா என்று இட்ட கோடுகளைக் குறிக்கின்றோம் :

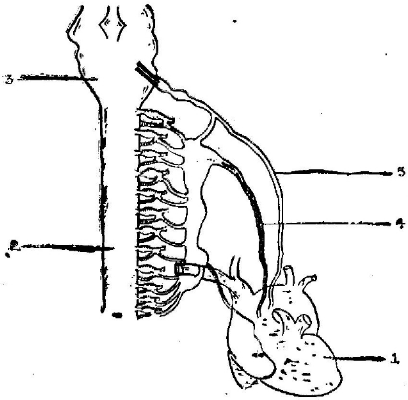
'சை' என்பது 'சைனஸ் வினோஸஸ்' (sinus venosus) சுருக்கத்தைக் குறிக்கின்றது. 'ஆ' என்பது ஆரிகிளின் சுருக்கத்தையும் 'வெ' என்பது வெண்ட்ரிகிளின் சுருக்கத்தையும் குறிக்கின்றன. 'பா' என்பது 'பாஸ்' அல்லது ஓய்வுப் பருவம். கீழ்க் கோடான கால அளவுக் குறிப்புடன் ஒப்பிட்டுப்பார்த்தால் ஆரிகிளார் சுருக்கத்திற்கு எடுத்துக்கொண்ட நேரமும், வெண்ட்ரிகிளார் சுருக்கத்திற்கு எடுத்துக்கொண்ட நேரமும் 'பாஸ்' எனும் ஓய்வு நிலைக்கு எடுத்துக்கொள்ளப்பட்ட நேரமும் எவ்வளவு எனக் கண்டு அறியலாம்.

இதய இயக்க நிர்ணயம் (Mechanism of Heart beat)

இதயம் ஒழுங்கான முறையில் துடிக்கின்றதன் காரணம், அதன் சுவரில் அமைந்திருக்கும் இதயத் தசைகளின் ஒழுங்கியல்புகளேயாம்.

இத்தசைகளுக்கு நரம்பு மண்டலத்திலிருந்து தூண்டுதல்கள் கிடைத்தால்தான் அவை சுருங்கி விரிய முடியும். இத்தூண்டுதல்கள் ஒன்றன்பின் ஒன்றாக நரம்புகள் மூலம் இதயச் சுவரை நோக்கிச் செல்கின்றன. இதயச் சுவரில் நரம்புத் திட்டுகள் நரம்புத்திரள் கூட்டமாக அமைந்துள்ளன. பத்தாவது மூளை நரம்பான (10th

granial nerves) வேகஸ் (vagus) நரம்புகளும், பரிவு நரம்புகளும் (sympathetic nerve) இதயத் தசைச் சுவர்களில் இழைகளை அளிக்கின்றன. இவ்விருவகை நரம்புகளின் வழியாகத் தூண்டுதல்கள்



படம் 15.

இதய இயக்க நிர்ணயம்

1. இதயம்
2. தண்டுவடம்
3. முகுளம்
4. பிரிவு நரம்புகள்
5. பக்கப் பிரிவு நரம்புகள்

ஒன்றன்பின் ஒன்ருக இதயத்திற்குச் செலுத்தப்படுகின்றன. தூண்டுதல் தாக்கும் நேரத்தில் இதயம் சுருங்கி, அது மறையும் நேரம் விரிகின்றது. வேகஸ் நரம்பைத் துண்டித்தாலோ, அல்லது அதை வேதியியல் பொருள்கொண்டு இயங்கா வண்ணம் செய்தாலோ இதயத் துடிப்பின் எண்ணிக்கை கூடுகின்றது. ஆகையால், வேகஸ்மூலம் வரும் தூண்டுதல்கள் இதயத் துடிப்பைக் குறைக்கும் வல்லமை கொண்டவை என்று நாம் தெரிந்துகொள்ளலாம். பரிவு நரம்புகளைத் துண்டித்தால் இதயத் துடிப்பு குறைக்கப்படுகிறது. இதன்மூலம் பரிவு நரம்புத் தூண்டுதல் இதயத் துடிப்பை வேகப்படுத்தும் தன்மை கொண்டது எனத் தெரிந்து கொள்ளலாம். இயற்கை நிலையில் தூண்டுதல்கள் இவ்விரு நரம்புகள்மூலம் செல்வதால் ஒருவகை நரம்பு துடிப்பபைக் குறைக்க—மறு நரம்பு அதிகரிக்கச் செய்ய இரண்டு நரம்புகளின் தூண்டுதல்களும் இதய இயக்கத்தைச் சமநிலையில் கட்டுப்படுத்துகின்றன.

இரத்த அழுத்தம் (Blood Pressure)

இதயம் சுருங்கி இரத்தத்தை வெளியே தள்ளுவதால் இதயத்திலிருந்து இரத்தம் ஓர் அழுத்தத்துடன் வெளிவருகிறது. இந்த அழுத்தத்தின் வாயிலாகவே இரத்தம் உடல் முழுவதும் செல்வ

தற்கு இயலாது. இரத்தக் குழாய்களின் வெளிச்சுவரில் தசைகள் சுருங்கிய தன்மையில் உள்ளன. அதனுள் செலுத்தப்படும் இரத்த அழுத்தம் இச்சுவர்களை வெளியே உந்த அந்தத் தசைகள் இரத்தத்தில் எதிர் அழுத்தம் கொடுக்கின்றன. இதைத்தான் 'இரத்த அழுத்தம்' (blood pressure) எனக் கூறுகிறோம். இரத்தக் குழல் சுவர்த் தசைகளே இரத்த அழுத்தம் ஏற்படுவதற்குக் காரணமாக அமைகின்றன. இரத்த அழுத்தம் தொடர்ந்து இருப்பதற்கு இதய இயக்கம், இரத்த அளவு, இரத்தக் குழல்களின் விரியும் தன்மை, இரத்தத்தின் பசைபோன்ற ஒட்டும் தன்மை, நுண்குழலில் இரத்தம் செல்வதால் அதனால் ஏற்படும் தடுப்புத் தன்மை முதலிய ஐந்தும் காரணமாக இருக்கின்றன.

இரத்த அழுத்தத்தை நிர்ணயிக்க 'ஸ்பிக்மோ மானோ மீட்டர்' (sphygmo manometer) என்னும் ஆய்கருவி பயன்படுகிறது. பாதரசத்தை மேல்நோக்கி உந்தும் அளவை வைத்து இரத்த அழுத்தத்தைக் கணக்கிடலாம். சாதாரணமாக வாலிபனுக்கு இதயம் சுருங்கும் பருவத்தில் (systole) 120 மி. மீ. பாதரச அழுத்தமும் விரியும் காலத்தில் (diastole) 80 மி. மீ. பாதரச அழுத்தமுமாக இரத்த அழுத்தம் இருக்கிறது. வயது ஆக ஆக இரத்த அளவுக் குறைவினாலும், இரத்தக் குழல்கள் தடிப்பதனால் தசைகள் இயங்காமல் இருக்கின்றன. இக்காரணத்தினால் முதுமை நிலையில் இரத்த அழுத்தம் சிறிதளவு கூடுகிறது. சுமாராக 25 வயதுக்குப் பின்னர் ஒவ்வோர் ஆண்டும் அழுத்தம் 0·5 மி. மீ. பாதரசம் உந்தும் தன்மை கூடுகின்றது. 50லிருந்து 60 வரை உள்ள வயதினருக்கு ஸிஸ்டோல் அழுத்தம் 135 மி. மீ. என்பது சாதாரண நிலையைக் குறிக்கும்.

குறிப்பிட்ட நிலைக்குக் கூடுதலாக இரத்த அழுத்தம் கண்டால் அதை 'ஹைபர் டென்ஸன்' (hypertension) அல்லது 'கூடுதலான இரத்த அழுத்தம்' (high blood pressure) எனக் கூறுகிறோம். இரத்தக் குழல்களின் உள்நோக்கி அழுத்தம் அதிகரிப்பதால் இரத்த அழுத்தம் கூடுகின்றது. இதன் காரணத்தால் இதயம் பெரிதடைய இரத்தக் குழல்கள் கடினமடைந்து, படபடப்பு, தலைசுற்றல் முதலியன தோன்றிச் சில சமயங்களில் நுண் இரத்தக் குழல்கள் உடைகின்றன. இரத்த அழுத்தம் குறைந்தால் அதைக் குறைந்த இரத்த அழுத்தம்' (low blood pressure) எனக் கூறுகிறோம். இந்நிலையில் உடல் நலிவுற்று, தளர்ச்சி, தலைசுற்றல் முதலியன உண்டாகின்றன.

சிஸ்டோலிக் அழுத்தத்திற்கும், டையாஸ்டோலிக் அழுத்தத்திற்கும் உள்ள வேறுபாட்டை 'நாடி அழுத்தம்' (pulse pressure)

எனக் கூறுகிறோம். அதாவது சாதாரண நிலை மனிதனின் நாடி அழுத்தம் 120 − 80 = 40 m.m.

இரத்த அழுத்தம் நரம்பு மண்டலத்தினால் சரிநிலையில் வைக்கப்படுகிறது. இதயத்திற்கு நரம்புகள் செல்வதுபோல், இரத்தக் குழல்களுக்கும் நரம்புகள் செல்கின்றன. இவை சுருங்கும் தூண்டுதலையோ, விரியும் தூண்டுதலையோ எடுத்துச்சென்று இரத்தக் குழல்களை அதற்குத் தக்கவாறு சுருங்கவோ, விரிவடையவோ செய்கின்றன. எனவேதான் இரத்த அழுத்தம் உடலெங்கணும் ஒரே சீராக வைக்கப்பட்டுவருகின்றது.

பகுதி 6

கழிவு நீக்கமும் ஊடுகலப்பு ஒழுங்கு நிலையும்

(EXCRETION AND OSMOREGULATION)

உடலின் வளர்சிதை மாற்றத்தின் இறுதியில் பல கழிவுப் பொருள்கள் உண்டாகின்றன. புரதப் பொருளின் சிதைவினால் நைட்ரஜன் கொண்ட முடிவுப் பொருளும், தரசம், கொழுப்பு இவைகளின் கழிவுப் பொருளாகக் கரியமில வாயுவும், தண்ணீரும் உண்டாகின்றன. இவைகளை உடலினுள் சேமித்து வைக்க இயலாது. குறிப்பாக நைட்ரஜன் கொண்ட முடிவுப் பொருள்கள் உடலினுள் தங்கினால் அவை நச்சுப் பொருளாக அமைந்து திசுக்களுக்குத் தீங்கு விளைவிக்கும். எனவே, இவற்றைக் கழிவுப் பொருள்கள் எனக் கூறுகிறோம். எவ்வப்பொழுது அவை தோன்று கின்றனவோ, அவ்வப்பொழுதே அவற்றை உடலின்றும் அகற்றல் வேண்டும். கழிவுப் பொருள்களை உடலினின்றும் வெளியேற்றும் தன்மைக்குக் 'கழிவு நீக்கம்' (excretion) எனப் பெயர்.

உடலுக்குத் தேவையான அளவுக்கும் அதிகமாகவே தண்ணீர் அருந்துகின்றோம். எப்பொழுதும் உடலில் குறிப்பிட்ட அளவு தண்ணீர்தான் இருக்கவேண்டும். கூடுதலான தண்ணீரை வெளியேற்றுவதன்மூலம்உடலில் தண்ணீர்ச் சமநிலை உண்டாக்கப் படுகிறது மேலும் சில உப்புக்களும் உடலைவிட்டு வெளியேற்றப் படுகின்றன. தண்ணீர், உப்புக்கள், சமநிலை ஏற்படுத்தும் தன்மைக்கு 'ஊடுகலப்பு ஒழுங்குபாடு' எனப்பெயர்.

நைட்ரஜன் கொண்ட கழிவுப் பொருள்கள், கரை நிலையில் தண்ணீர்மூலம் வெளியேற்றப்படுவதால் கழிவு நீக்கமும், ஊடு கலப்பு ஒழுங்குபாடும் ஒன்றுடன் ஒன்று பின்னப்பட்டு இருப்பதால் இவை இரண்டினையும் ஒன்றாகவே கருதுகின்றோம். கழிவுப்

பொருள்களை அகற்றும் உறுப்புகளுக்கு முக்கியமான பணி, ஊடு கலப்பு ஒழுங்குபாட்டை ஏற்படுத்தலேயாம். கழிவுப்பொருள் நீக்கம் அத்துடன் தானகவே நடைபெறுகின்றது.

கழிவு நீக்கம்

நைட்ரஜன் கொண்ட பொருள்களை உடலினின்றும் அகற்று வதைத்தான் கழிவு நீக்கத்தில் இன்றியமையாத வொன்ருகக் கருத வேண்டும். புரதப் பொருள்களின் சிதைவுக் காலத்திலும், புரோட்டோப்பிளாசத்தில் புரதம் சிதைவுறும் பொழுதும் 'நைட்ரஜன்' கொண்ட பொருள்கள் தோன்றுகின்றன. பிராணி களின் உடலில் நைட்ரஜன் சேமித்து வைக்க இயலாது. எப்பொருளை உடலினுள் சேமித்து வைக்க இயலாதோ, அப்பொருள் பின்னர் நச்சுப்பொருளாக மாறும். ஆகையால் நைட்ரஜன்கொண்ட பொருள் திசுக்களினின்றும் கவரப்பட்டு, மாற்றமடைந்து, கழிவு நீக்க உறுப்புகளுக்கு எடுத்துச்செல்லப்பட்டுத் தண்ணீருடன் வெளியே அகற்றப்படுகிறது. இக்கழிவு நீக்கத்திற்கு உதவும் உறுப்புகளுக்குக் 'கழிவு நீக்க மண்டலம்' (excretory system) எனப் பெயர்.

தொகுப்பு 1

புரதப் பொருள்களின் வளர்சிதை மாற்றத்தில் நைட்ரஜன் கொண்ட சில முடிவுப் பொருள்கள் தோன்றுகின்றன. அவை களில் சாதாரணமாகக் காணப்படுபவை :

1. அம்மோனியா (ammonia)
2. யூரியா உப்பு (urea)
3. யூரிக் அமிலப் படிகங்கள் (uric acid)

1. அம்மோனியா (Ammonia)

அமினே அமிலத்திலிருந்து அமினே இனம் பிரிக்கப்படுவதன் மூலம்அம்மோனியா என்னும் பொருள் தோன்றுகிறது. இப்பொருள் கரையும் தன்மையில் திசுக்களுக்குக் கேடு விளைவிக்கும் இயல்பு கொண்டது. ஆகையினல் அம்மோனியா தோன்றியவுடன் அது உடலினின்றும் வெளியே அகற்றப்படவேண்டும்.

பிராணியினத்தில் நீர்வாழ் பிராணிகளில் அம்மோனியாதான் கழிவுப் பொருளாக அகற்றப்படுகின்றது. அம்மோனியாவைக் கழிவுப் பொருளாக அகற்றும் பிராணிகளுக்கு 'அம்மனேடெலிக்' (ammonotelic) பிராணிகள் எனக் கூறுகிறேம். க்ரஸ்டேஸியா,

முள்தோலிகள், மீனினங்கள் இவைகளின் சிறு நீரில் முக்கியமாக அம்மோனியாதான் அதிகக் கணக்கில் இருக்கின்றது. யூனியா (unio), அனோடோன்டா (anodonta), லிம்னியா (lim aea) ஆகியவை சிறந்த உதாரணங்களாகும்.

2. யூரியா (Urea)

இவ்வகைச் சிறு நீர் உப்புக்கள் அம்மோனியாவிலிருந்து உண்டாக்கப்படுகின்றன. யூரியா எவ்வாறு உற்பத்தியாகின்றது என்பதை 'க்ரப்' (Kreb) என்பவரும் 'ஹெல்ஸலீட்' (Helsleit) என்பவரும் கண்டுபிடித்தனர். அவர்கள் கொடுத்த விளக்க முறைக்கு 'ஆர்னிதைன் சுழல்' (ornithine cycle) எனப்பெயர். இதனைப்பற்றி நாம் முன்னமேயே புரதத்தின் 'வளர்சிதை மாற்றத்தில்' தெளிவாக அறிந்துகொண்டோம். புரதத்தின் வளர்சிதை மாற்றத்தில் 'யூரியா' இறுதிப்பொருளாக இருப்பதால் யூரியாவைக் கழிவாக அகற்றும் பிராணிகளுக்கு 'யூரியோடெலிக்' (ureotelic) எனப் பெயர். இத்தன்மை சுராமீன் இனத்திலும், நிலநீர்வாழ்விகளிலும், பாலூட்டிகளிலும் காணப்படுகின்றது.

3. யூரிக் அமிலம்

அடிப்படைப் பொருளான அம்மோனியாவிலிருந்து யூரிக் அமிலம் எவ்வாறு உண்டாக்கப்படுகிறது என்பது இன்னும் ஆய்வு மூலம் கண்டுபிடிக்கப்படவில்லை. உடம்பினுள் நாம் உட்கொள்ளும் புரதம், திசுவில் அடங்கியிருக்கிற புரதத்தைத் தவிர, செல்லினுள் இருக்கும் 'ந்யூக்ளியஸ்' 'ந்யூக்லிக் அமிலம் (nucleic acid) எனப்படும் பொருள் புரதத்துடன் இணைந்து 'ந்யூக்லியோ புரதமாக' (nucleo protein) மாறுகின்றது. 'ந்யூக்லியோ புரதம்' நீர்ப் பகுத்துதல்' மூலம் ப்யுரைன்' (purine) 'பைரிமிடைன்' (pyrimidine) என்னும் பொருளாக மாறுகின்றது. ப்யூரைன் தொகுப்பில் 'அடினைன்' (adenine), 'குவானின்' (guanine), 'க்ஸான்தைன் ஆக்ஸிடேஸ்' (xanthine oxidase) எனும் என்ஸைம்களால் 'க்ஸான்தைன்' (xanthine), 'ஹைபோக்ஸான்தைன்' (hypo xanth ne) என்று மாற்றப்பட்டு, இவை ஆக்ஸிகரணம்மூலம், யூரிக் அமிலமாக மாற்றப்படுகின்றன. ஊர்வன, பறவைகள், பூச்சிகள் போன்ற பிராணிகள் கழிவுப் பொருளாக யூரிக் அமிலத்தை அகற்றுவதால் அவைகளுக்கு 'யூரிகோடெலிக்' (uricotelic)என்று பெயர்.

தொகுப்பு 2
கழிவு உறுப்புகள்

உடலின்கண் தோன்றும் கழிவுப் பொருள்களை இரத்தம் சேகரித்து இரத்தத்தின்மூலம் இவை சில உறுப்புகளுக்கு எடுத்துவரப்பட்டு அவைகளின் உதவியால் உடலைவிட்டு வெளியேற்றப்படுகின்றன. கழிவுப் பொருள்களை உடலைவிட்டு அகற்ற உதவும் உறுப்புகளுக்குக் 'கழிவுப் பொருள்கள் நீக்க உறுப்புகள்' (exeretory organs) எனப் பெயர்.

புரோட்டோஸோவாவில் உடலினுள், சுருங்கி விரியும் தன்மை கொண்ட 'சுருங்கும் வெளி' (contractile vacuole) உடலில் தோன்றும் கழிவுப் பொருள்களையும் அதிகத் தண்ணீரையும் உடலைவிட்டு வெளியே அகற்ற உதவுகின்றன. இருப்பினும் குறிப்பாக இப்பொருள்கள் உடலின் வெளிச்சுவர்கள்மூலம் வெளியேற்றப்படுகின்றன.

'குழியுடலிகளில்' எல்லாச் செல்களும் தண்ணீருடன் நேரடித் தொடர்பு கொண்டிருப்பதால் அந்த செல்களின் சுவர்களின் வாயிலாகக் கழிவுப் பொருள்கள் நேரடியாகத் தண்ணீரில் அகற்றப்படுகின்றன. தட்டைப் புழுக்கள் உடலினுள் நுண்ணிய 'சுடர் செல்கள்' (flame cells) கழிவுப் பொருள்களை அதனைச் சுற்றியுள்ள உடல் செல்களிலிருந்து பிரித்து எடுக்க உதவுகின்றன. உருளைத் தசைப் புழுக்களில் நீண்ட உட்பக்கம் குடையப்பெற்ற கழிவுக் கால்கள் கழிவு நீக்கத்திற்கு உதவுகின்றன. வளைதசைப் புழுக்களில் நெஃப்ரீடியம் (nephridium) எனும் வளைகுழல்கள் கழிவு நீக்கம் செய்கின்றன. கணுக்காலிகளில் மாறுபட்ட நெஃப்ரீடியாவான காக்ஸல் சுரப்பிகள் (coxal glands), மாக்ஸில்லரி சுரப்பிகள் (maxillary glands) முதலியனவும், உணவுப் பாதையுடன் இணைக்கப்பட்ட 'மால்பீஜியன் நுண்குழல்களும்' (malpighian tubules) கழிவு நீக்கத்திற்கு உதவுகின்றன. மேலும் வளர்ச்சிப் பருவத்தில் தோல் உரிக்கும் (ecdysis) தன்மையானது ஒருவகைக் கழிவு நீக்கம் எனக் கருதப்படுகிறது. ஏனெனில் அகற்றப்பட்ட தோலுடன் கழிவுப் பொருள்களும் வெளித் தள்ளப்படுகின்றன. 'மெல்லுடலிகளில்' 'ரீனல் உறுப்புகள்' (renal organs) கழிவுப் பொருளகற்றச் செயல்படுகின்றன. முள் தோலிகளின் 'சீலோம் திரவத்தில்' (coelomic fluid) திரிகின்ற 'அமீபா போன்ற செல்கள்' (amoebocytes) உடலின் பல்வேறு பாகங்களிலிருந்தும் கழிவுப் பொருள்களைக் கவர்ந்து 'டெர்மல் பிராங்கியே (dermal bronchiae) எனும் தோல் சுவாச உறுப்புகளின் அடிப்புறத்தில் கூடி, பின்னர் டெர்மல் பிராங்கியேயின் நுண் சுவர்மூலம் வெளியேறுவதால் கழிவு நீக்கம் நடைபெறுகிறது. 'தண்டுடலிகளில்' தாழ்ந்த நிலைத்

தண்டுடலியான' (proto chordata) 'ஆம்பியாக்ஸஸில்' amphi-oxus) தட்டைப் புழுக்களில் உள்ளது போன்ற சுடர் செல்கள் கழிவு நீக்கத்தைச் செய்கின்றன. எல்லா முதுகெலும்பு உள்ள பிராணிகளிலும் சிறுநீரகம் (kidney) கழிவை நீக்கப் பயன் படுகிறது.

முதுகெலும்புள்ள பிராணியின் கழிவு மண்டலம்

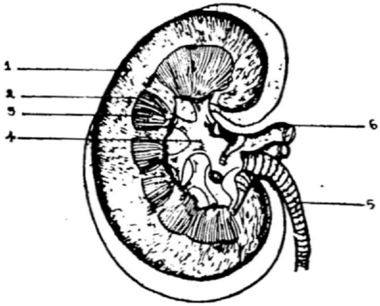
முதுகெலும்புள்ள பிராணிகளில் நைட்ரஜன் கலந்த கழிவுப் பொருள்களை அகற்றும் உறுப்புக்குச் சிறுநீரகம் (kidney) எனப் பெயர்.

மனித உடம்பில் வயிற்றறையில், உதரவிதானத்திற்குக் கீழ், முதுகுப்புறமாக, இரு சிறுநீரகங்கள் இருக்கின்றன. அவை முதுகு எலும்புப் பக்கங்களில், ஒவ்வொரு பக்கத்தில் ஒவ்வொன்றுக இரண்டு சிறுநீரகங்கள் அமைந்துள்ளன. வலப்பக்கச் சிறுநீரகம் உயர்ந்த நிலையிலும் இடப்பக்கச் சிறுநீரகம் சற்றுத் தாழ்ந்த நிலை யிலு மிருக்கின்றன. சிறுநீரகம் கரும் சிவப்பு நிறம் கொண்டு, அவரை விதை போன்ற தோற்றத்துடன், வெளிப்புறம் வெளிக்குவிந்தும் உட்புறம் உட்குவிந்தும் இருக்கின்றது. உள்குவிந்த பாகத்திற்கு 'ஹைலஸ்' (hilus) எனப்பெயர். இக்குவிந்த பாகத்திலிருந்து வெண்மைநிறம் கொண்ட 'சிறுநீர்க் குழாய்கள் (ureter) தோன்றிக் கீழ்நோக்கிச் செல்கின்றன. இரண்டு சிறுநீரகங்களிலிருந்து வெளிப்படும் இரு சிறுநீர்க்குழாய்களும், சிறுநீர்ப் பையில்' (urinary bladder) திறக்கின்றன. இப்பையின் கீழ்ப்புறம் 'புறச் சிறுநீர்க் குழலாக (urethra) புறப்பட்டு உடலின் வெளியே, ஒரு துவாரத்தின் வழியே திறக்கின்றது. சிறு நீரகத்திற்குச் சிறுநீரகத் தமனிகளும்

படம் 16.

சிறுநீரக வெட்டு நோக்கு

1. கார்டெக்ஸ்
2. மெடுல்லா
3. பிரமிடு
4. பெல்விஸ்
5. சிறுநீர்க் குழல்
6. இரத்தக் குழல்



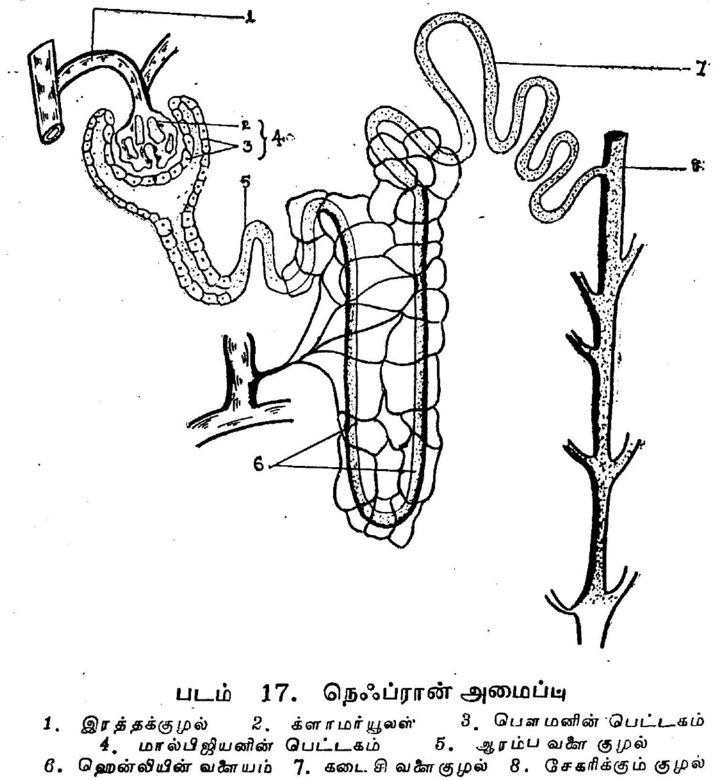
(renal arteries), சிறுநீரகச் சிரைகளும் (renal veins) இரத்த ஓட்டத்தை அளிக்கின்றன.

சிறுநீரகத்தின் வெட்டு நோக்கு

நீள்வாக்கில் வெட்டப்பட்ட சிறு நீரகத்தை ஆராய்ந்தால், அதில் இரு பகுதிகள் காணப்படுகின்றன. புறணி அல்லது 'கார்டெக்ஸ்' (cortex) எனப்படும் கருஞ்சிவப்பு நிறம் கொண்ட வெளிச்சுவரும், 'மெடுல்லா' (medulla) எனப்படும் வெளிறிய சிவப்புக் கொண்ட உள்பாகமும் இருக்கின்றன. மெடுல்லாவில் புனல் போன்ற 'பெல்விஸ்' (pelvis) என்ற பாகம் சிறுநீர்க் குழலுடன் இணைந்திருக்கின்றது. மெடுல்லாவில் பல முக்கோண வடிவமுள்ள 'பிரமிடுகள்' (pyramids) பெல்விஸை நோக்கி அமைந்திருக்கின்றன.

சிறுநீரக இயங்கும் அமைப்பு

சிறுநீரகத்தின் இயங்கும் அமைப்பை நெஃப்ரான் (nephron) எனக் கூறுகிறோம். நெஃப்ரானின் ஆரம்பப் பாகமானது இருசுவர்



படம் 17. நெஃப்ரான் அமைப்பு

1. இரத்தக்குழல் 2. க்ளாமர்யூலஸ் 3. பௌமனின் பெட்டகம் 4. மால்பிஜியனின் பெட்டகம் 5. ஆரம்ப வளை குழல் 6. ஹென்லியின் வளையம் 7. கடைசி வளை குழல் 8. சேகரிக்கும் குழல்

கொண்ட கோப்பை போன்றிருக்கிறது. இதற்கு 'பௌமனின்

பெட்டகம்' (Bowman's capsule) எனப் பெயர். இப்பாகம் கார்டெக்ஸில் அமைந்துள்ளது. பௌமனின் பெட்டகத்து உள்சுவர் மெல்லிய தட்டையான செல்களால் ஆகியது. உள்சுவரினுல் மூடப்பட்டிருக்கும் வெற்றிடத்தினுள் பல இரத்தத் தந்துகிகள் பின்னப்பட்டு இருக்கின்றன. அவ்வமைப்புக்குக் 'க்ளாமர்யூலஸ்' (Glomerulus) எனப் பெயர். பௌமனின் பெட்டகமும், க்ளாமர்யூலஸும் சேர்ந்த பாகத்தினை நாம் 'மால்பீஜியனின் பெட்டகம்' (malpighian capsule) எனக் கூறுகிறோம். க்ளாமர்யூலஸில் சுமார் ஐம்பது இரத்தத் தந்துகிகள் உள்ளன

பௌமனின் பெட்டகத்திலிருந்து சிறுநீர் நுண் குழல் (urinary tubure) தொடங்குகின்றது. அதில் மூன்று பகுதிகள் இருக்கின்றன. அதன் முதல் அமைப்பு வளைந்து செல்லும், 'ஆரம்ப வளை குழலாகவும்' (proximal convoluted tube), ஒருசெல் கொண்ட சுவர் உள்ளதாகவும் இருக்கிறது. அதிலிருந்து சிறுநீர் நுண்குழலின் இரண்டாவது பகுதி தொடர்கின்றது. இதற்கு 'ஹென்லியின் வளையம்' (Henle's loop) என்று பெயர். இது ஆங்கில U எழுத்து போன்ற வடிவமுடையது இக்குழலின் இறங்கும் பாகம் (desceding limb) என்றும் 'ஏறும் பாகம்' (ascendring limb), என்றும் இரு குழல்கள் உள்ளன. இவையே U போன்ற தோற்றத்தைத் தருகின்றன. ஹென்லியின் வளைவில் ஏறும் குழல் சிறுநீர் நுண் குழலின் மூன்ருவது பாகமான கடைசி வளைகுழலில் (distal convoluted tube) தொடர்ந்து செல்கின்றது. கடைசி வளை குழல் 'சேகரிக்கும் குழலில்' (collecting tubule) திறக்கின்றது. பல சேகரிக்கும் குழல்கள் பெல்விஸின் பிரமிடின் மேல்திறக்கின்றன.

தொகுப்பு 3

கழிவுப் பொருள் அகற்றும் முறை

(Mechanism of Excretion)

சிறுநீரகம் கழிவுப்பொருள்களை இரத்தத்திலிருந்து கவர்ந்து திரவப்பொருளான சிறுநீராக வெளியே அகற்றுகின்றது.

சிறுநீரில் அதிகமான அளவில் தண்ணீர் உள்ளது. அத்துடன் யூரியா, சிறிதளவு யூரிக் அமிலம், அம்மோனியா, சோடியம் குளோரைடு, பாஸ்பேட்டுகள் முதலியன அடங்கியிருக்கின்றன. சிறுநீரில் 'யூரோக்ரோம்' (urochrome) எனும் நிறமி அதற்குரிய நிறத்தை அளிக்கின்றது. இதன் pH 6·0 ஆக இருப்பதால் இது அமிலத்தன்மை கொண்டிருக்கின்றது. இதன் கன அடர்த்தி 1·018. ஒவ்வொரு நாளும் சுமாராக 1250 C.C.சிறு/

நீர் மனித உடலைவிட்டு வெளியேற்றப்படுகிறது. சிறுநீர் நுண் குழல்களில் சிறுநீர் உற்பத்தியாகின்றது. மால்பீஜியன் பெட்டகம் பௌமனின் பெட்டகம், க்ளாமர்யூலஸ், வளைந்த குழல்கள், ஹென்லியின் குழல் இவற்றின் ஒவ்வொன்றின் இயக்கத்தையும் கண்டறிந்து, எவ்விடத்தில் சிறுநீர் தோன்றுகிறது என்று ஆய்வு மூலம் கண்டறிந்திருக்கின்றனர். அவற்றில் குறிப்பாக பௌமனின் பெட்டகத்திலும், ஹென்லியின் குழலிலும் உண்டாகும் சிறுநீர் இயக்கம் முடிவு பெறுகின்றது.

பௌமனின் பெட்டக இயக்கம்

பௌமனின் பெட்டகத்தில் உள்சுவரில் மெல்லிய தட்டையான செல்கள் அமைந்துள்ளன. அதைத் தொட்டு, க்ளாமர்யூலஸ் அடர்த்தியாக அமைந்திருக்கின்றன. க்ளாமர்யூலஸ் என்பவை மகாதமனி(dorsal aorta) யிலிருந்து கிளம்பும் சிறுநீரகத் தமனியின் முடிவில் பிரிந்திருக்கும் இரத்தத் தந்துகிகளே. ஆகையால் இதனுள் இருக்கும் அழுத்தம் அதிகமான அளவில் இருக்கிறது. பௌமனின் பெட்டகத்தினுள் இதைவிட அழுத்தம் குறைவாகவே இருக்கிறது. க்ளாமர்யூலஸுக்கு எடுத்துவரப்படும் இரத்தத்தில் உடலுக்குத் தேவையான பொருள்களும், அகற்றப்படவேண்டிய தேவையற்ற பொருள்களும் வந்தடைகின்றன. எனவே, இரத்தத்திலிருக்கும் தண்ணீர், உப்புக்கள், சிறிய அளவிலுள்ள கூட்டணுப் பொருள்களும், க்ளாமர்யூலஸின் மென்சுவர்வழியாக ஊடுருவிச் சென்று பௌமனின் பெட்டகத்தினுள் செல்கின்றன. இம்முறைக்கு 'வடிகட்டுதல்' (filtration) எனப்பெயர். இம்முறையில் பிளாஸ்மாவின் புரதப்பொருள்களும், மற்றைய பெரிய கூட்டணுக் கொண்ட பொருள்களும் இரத்தத் தந்துகிகளின் சுவர்களைவிட்டு வெளியேறுவதை அனுமதிப்பதில்லை. இவ்வாறு வடிகட்டும் முறையை, ஆல்பர்ட் ரிச்சர்ட்ஸ் (Alfred Richards) என்பவர் சோதனைமூலம் நிரூபித்துள்ளார். அவர் உயிருள்ள தவளையின் சிறுநீரகத்தில் உள்ள பௌமனின் பெட்டகத்தில் ஒரு நுண் கண்ணாடிக் குழலைச் செலுத்தி அதனுள் உண்டாகும் திரவத்தை வெளியிலெடுத்துச் சோதனை செய்ததில் அத்திரவத்தில் தண்ணீர், குளுகோஸ், சோடியம் உப்புக்கள், பொட்டாசியம் உப்புக்கள், யூரியா, யூரிக் அமிலம், பாஸ்பேட்டுகள் முதலியன இருப்பதைக் கண்டறிந்தார். ஆகையினால் பௌமனின் பெட்டகத்தில் உடலுக்குத் தேவையான குளுகோஸ் மற்றும் இதர சில பொருள்களும் இரத்தத்தில் இருந்து வடிகட்டப்பட்டு வெளியேறுகின்றன.

நுண்குழல்களின் இயக்கம் (Functions of the Tubules)

பௌமனின் பெட்டகத்தினை அடையும் திரவத்தில் வெளியே அகற்றும் சிறுநீரைவிட அதிக அளவில் தண்ணீரும், அமினோ அமிலங்களும் குளுகோஸ்ும் மற்ற உப்புக்களும் இருக்கின்றன. ஆகையால் இக்கூடுதல் பொருள்கள் வளை நுண்குழல்கள் மூலமும் ஹென்லியின் குழல்களின் மூலமும்தான் நீக்கப்பட்டிருக்க வேண்டும். ஹென்லியின் குழல்களில் சுமார் 50 இரத்தத் தந்துகிகள் இருக்கின்றன. இத்தந்துகிகள் உடலுக்குத் தேவையான குளுகோஸ், அமினோஅமிலம், குறிப்பிட்ட அளவு தண்ணீர், சோடியம் உப்புக்கள் முதலியவற்றைத் திரும்பப் பெற்றுக்கொண்டு அவற்றை இரத்த ஓட்டத்தினுள் எடுத்துச் செல்கின்றன. இத் தன்மைக்கு 'திரும்பக் கவர்தல்' (reabsorption) எனப் பெயர். இக்கோட்பாட்டை ஆய்வுமூலம் திண்ணப்படுத்தி இருக்கின்றனர்.

இதைத் தவிர, இந் நுண் குழல்களுக்குச் சுரக்கும் தன்மையும் (secretion) இருக்கிறது. அவை யூரியா, யூரிக் அமிலம் முதலியவற்றை உற்பத்தி செய்து, வெளிச்செல்லும் சிறுநீருடன் சேர்க்கின்றன.

சுருங்கச் சொன்னால் பௌமனின் பெட்டகம் எல்லாப் பொருள்களையும் வடிகட்டச் செய்து, நுண்குழல்கள் தேவையான பொருளை மட்டும் திரும்பப் பெற்றுக்கொண்டு வேண்டாதவற்றை அகற்றச் செய்து சிறிதளவு யூரியா, யூரிக் அமிலம் முதலானவற்றைச் சுரக்கின்றபடியால் முடிவில் சேகரிக்கும் குழல்கள்மூலம் சிறுநீரானது சிறு நீர்க்குழல்கள் வழியாகச் சிறு நீர்ப் பையை அடைகின்றன.

தொகுப்பு 4

ஊடுகலப்பு நிரவு முறை

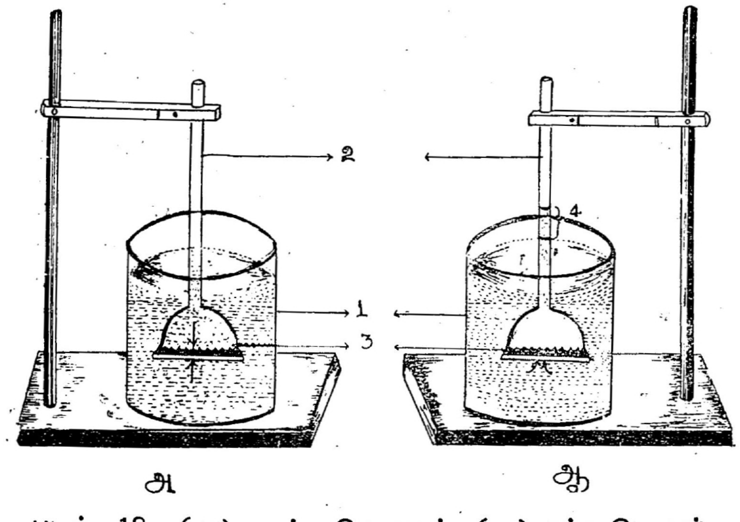
(Osmotive Regulation)

பிராணிகளின் உயிர்த் திரவத்தில் குறிப்பிட்ட அளவிற்குத் தண்ணீரும் உப்புக்களும் உள்ளன. இந்த அளவு எப்பொழுதும், பிராணிகளின் வெளிப்புறத்தின் நீரின் அளவிற்கும் உப்பின் அளவிற்கும் சமநிலையில் இருக்கவேண்டும். இதில் உட்புறமோ அல்லது வெளிப்புறமோ, தண்ணீரின் அளவோ அல்லது உப்பின் அளவோ கூடுமானால் அல்லது குறையுமானால், அந்தச் சமநிலை பாதிக்கப்படும். அதனால் உடல் இயக்கங்கள் பாதிக்கப்பட்டுச் சில சமயங்களில் பிராணிகளின் உயிருக்கே ஆபத்து ஏற்படலாம் ஆதலால், பிராணிகள் இந்தச் சமநிலையினைப் பல முறைகளில் ஒரே சீராக வைத்துக்கொள்கின்றன. நீரின் நிலையும் உப்பின்

நிலையும் மாறுபடும்பொழுது ஏற்படும் ஏற்றத் தாழ்வைச் சீர் படுத்தும் நிலைக்கு 'சவ்வூடு பரவல்' (osmosis) என்றும், இந்தச் சம நிலையைப் பிராணிகள் ஏற்படுத்தும் முறைக்கு 'ஊடுகலப்பு நிரவு முறை' (osmotive regulation) எனவும் பெயர்.

சவ்வூடு பரவல் (Osmosis)

ஒரு கரைசலில் இருக்கும் பொருள்கள் ஓர் உயிர்ப்படலம் (membrane) வழியாக மற்றொரு கரைசலுக்குச் செல்லும் தன்மைக்கு சவ்வூடு பரவல் (osmosis) என்று பெயர். ஊடு கலப்பிற்கும் கலந்தூடு பரவுதலுக்கும் (diffusion) பல வேறுபாடுகள் உள்ளன. இவ்வேறுபாடுகளைக் கீழ்க்கண்ட பரிசோதனைமூலம் அறிந்து கொள்ளலாம்.



படம் 18. (அ) கலந்தூடுபரவுதல் (அ) சவ்வூடுபரவல்
1 கண்ணாடிக் கோப்பை 2. புனல் 3. சவ்வு 4. ஊடுகலப்பு அழுத்தம்.

கலந்தூடு பரவுதல் (Diffusion)

ஒரு கண்ணாடிக் கோப்பையில் தண்ணீரை எடுத்துக்கொள்ளவும். தண்ணீர் கொண்ட ஒரு புனலின் வாய்ப்புறத்தை ஒரு முழு உட்புகு உயிர்ப்படலத்தால் (permeable membrane) கட்டி, அப் புனலைக் கோப்பைத் தண்ணீரில் தொங்கவிடவும். தற்பொழுது, உட்புகு படலம்மூலம் கோப்பைத் தண்ணீர்க் கூட்டணுக்கள் புனலுக்குள்ளும், அதே அளவில் புனலின் தண்ணீர்க் கூட்டணுக்கள் கோப்பைத் தண்ணீருக்குள்ளும் சமஅளவில் செல்வதால் புனலின் நீர்ச்சமநிலை மாற்றமடையாமல் இருக்கின்றது.

இப்பொழுது புனல் தண்ணீரில் சிறிதளவு குளுகோஸ் சர்க்கரையைக் கரைத்து, இந்த ஆய்வைத் தொடர்ந்து செய்தால், புனலிலிருக்கும் கரைசலிலிருந்து குளுகோஸ் கூட்டணுக்கள் உள் புகு படலம்மூலம் தண்ணீரில் செல்லுகின்றன. கோப்பைத் தண்ணீரின் கூட்டணுக்கள் புனலினுள் செல்லுகின்றன. இவ் விடப் பெயர்ச்சி தொடர்ந்து இரு திரவ நிலையும் ஒரே சம நிலையை அடையும்வரை நடைபெறுகின்றது. இவ்விரு கூட்டணுப் பயணத் திற்குக் 'கலந்தூடு பரவுதல்' (diffusion) என்று பெயர். பயன்படுத் தப்பட்ட உட்புகுபடலம் எல்லாப் பொருள்களையும் உட்புக அனு மதிப்பதால் கலந்தூடு பரவுதல் நடைபெறுகிறது.

ஊடுகலப்பு

இரு திரவங்களை வேறுபடுத்தும் ஓர் உட்புகு படலம் கரைப்பானை (solvent) மட்டும் உட்புக அனுமதித்து, கரைபொருளை (solute) உட்புக அனுமதிக்காமல் இரு திரவமும் ஒரு சுய நிலையை அடையும் முறைக்கு 'சவ்வூடு பரவல்' என்று பெயர். இவ்விரு திரவத்திற்கும் நடுவில் அமைந்திருக்கும் அந்த உட்புகு படலத் திற்கு அரை உட்புகு படலம் (semi permeable membrane) என்று பெயர். இதையும் ஒரு பரிசோதனைமூலம் அறியலாம்.

மேலே கூறிய பரிசோதனையில் புனல் வாயை ஓர் ஆட்டுச் சவ்வை வைத்துக் கட்டி அதனுள் சர்க்கரைக் கரைசலை வைத்து, தண்ணீர் கொண்ட கோப்பையினுள் தொங்கவிடவும். புனலின் கரைசல் மட்டத்தைக் குறித்துக்கொள்ளவும். சிறிது நேரம் கழித்துப் பார்த்தால், புனலின் கரைசல் மட்டம் சிறிது உயர்ந் திருக்கும். இதிலிருந்து வெளியிலுள்ள, கோப்பையிலுள்ள நீர், சவ்வின்வழியே புனலில் வந்துள்ளது என்பது மிகவும் வெளிப் படையாகத் தெரிகின்றது. இந்தப் பரிசோதனையின்மூலம், ஆட்டுச் சவ்வு, நீரின் கூட்டணுக்களைமட்டும் உட்செலுத்திச் சர்க்கரைக் கூட்டணுக்களை வெளிச் செல்லவிடாமல் நிறுத்தியிருப்ப தால் ஆட்டுச் சவ்வு ஓர் அரை உட்புகுபடலம் என்பதும் தெளி வாகத் தெரிகின்றது.

இதே பரிசோதனையை வேறுமுறையிலும் செய்யலாம். தற் பொழுது, புனலினுள் தண்ணீரும் வெளியே, கோப்பையில் சர்க்கரைக் கரைசலும் வைத்தால், புனலின் நீர்மட்டம் குறைந்து காணப்படும். தற்பொழுது தண்ணீரானது புனலிலிருந்து சவ்வு வழியே வெளியேயுள்ள சர்க்கரைக் கரைசலுக்குச் சென்றுவிட்டது.

மேற்கூறிய சோதனைகளிலிருந்து கீழ்க்காணும் உண்மைகளை அறியலாம் :

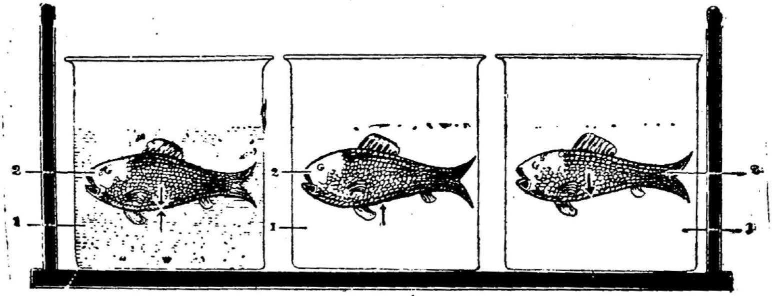
1. எப்பொழுதும் அதிக திரவ நிலையிலிருந்து குறைந்த திரவநிலைக்கு, ஒரே சமநிலை அடையும்வரை தண்ணீரானது ஊடுருவிக் கலக்கின்றது ; அதாவது

அதிகத் தண்ணீர் } → குறைந்த தண்ணீர் ஊடுகலப்புச்
குறைந்த உப்பு } அதிக உப்பு = சமநிலை

2. இந்த ஊடுகலப்பில் நீரின் கூட்டணுக்கள்மட்டுமே சவ்வின் வழியே செல்லுகின்றன. உப்பின் கூட்டணுவோ அல்லது எந்தத் திடப்பொருளின் கூட்டணுவோ சவ்வின் வழியே செல்லாது.

3. நீரின் ஊடுகலப்பினுல் ஏற்படும் அழுத்தத்திற்குச் சவ்வூடு பரவலின் அழுத்தம் (osmotic pressure) என்று பெயர். உதாரணமாக நமது பரிசோதனையில் புனலின் நீர்மட்டம் உயரும் அளவையே நாம் வெளியிலுள்ள தண்ணீரின் ஊடுகலப்பு அழுத்தம் எனக் கொள்ளலாம்.

பிராணிகளின் ஊடு கலப்பு



படம் 19. ஊடுகலப்பு ஒழுங்குபாடு

அ. சம ஊடுகலப்புத் தன்மை 1. கடல் நீர் 2. கடல் மீன்
ஆ. தாழ் ஊடுகலப்புத் தன்மை 1. நன்னீர் 2. கடல் மீன்
இ. உயர் ஊடுகலப்புத் தன்மை 1. கடல் நீர் 2. நன்னீர் மீன்

முதல் உயிரினம் கடலிலிருந்துதான் தோன்றியது என்ற ஒரு கோட்பாடு பரிணாமம் மூலமாகக் கருதப்பட்டு வருகின்றது. உயிரின உடல் உயிர்த் திரவத்தின் அமைப்பு கடல்நீர் அமைப்பைப் போலிருக்கின்றது என்பதே இக் கூற்றிற்குச் சான்றாக இருக்கின்றது. கடல் நீரில் இருக்கும் உப்புக்களின் அளவு, அயனி அடர்த்தி, ஊடுகலப்புத் தன்மை முதலியவை உயிரினங்களின் உயிர்ப் பொருள்களிலே ஏறத்தாழ அதே நிலையில் இருக்கின்றன.

எவ்வகை உயிரினமும் தன் சூழ்நிலையின் தன்மையைப் போல் தன் உடலினுள்ளும் சமநிலையை ஏற்படுத்திக்கொள்ள வேண்டும். தன்னை அடுத்துச் சுற்றியிருக்கும் நிலைக்கு ஏற்றவாறு உடலினுள்ளும் நிகரான நிலையை ஏற்படுத்தினால்தான் உடலினுள் ஊடுகலப்பு அழுத்தம் சரிவர இயங்கமுடியும்.

சூழ்நிலை அடர்த்திக்குத் தகுந்தவாறு உடலினுள் நிலையை ஏற்படுத்திக்கொள்ளும் பிராணிகளை, 'பாய்க்கிலோ ஆஸ்மாடிக், (Poikilosmotic) என்றும், சூழ்நிலை அடர்த்தி எவ்வாறு இருப்பினும் ஒரே அடர்த்தியை நிலைத்து வைத்திருக்கும் பிராணிகளை ஹோமியோஸ்மாடிக் (homiosmotic) என்றும் பிரிவினைப்படுத்துகின்றனர்.

கடல் நண்டுகள் கடல் நீர் உப்புக்களின் சிறு மாற்றத்துக்குத் தகுந்தவாறு இரத்த உப்பு அடர்த்தியை மாற்றிக்கொள்ளும் ஆற்றல் கொண்டவை. இதற்கு ஸ்டீனோஹையாலின் (steno-haline) என்று பெயர். கடலும் நதியும் சேருமிடமான கழிமுகத்துவாரத்தின் (estuary) தண்ணீரில் உப்பு அடர்த்தி ஒவ்வொரு சமயத்திலும் வெவ்வேறுபட்டிருக்கின்றது. கழிமுகத் துவாரத் தண்ணீரில் வாழும் பிராணிகள் வெளி உப்பு அடர்த்தி அதிக அளவு மாறுபடும் தன்மையிலும் வாழும் இயல் கொண்டவை. இதற்கு யூரிஹையாலின் (euryhaline) என்று பெயர்.

கடல் வாழ் பிராணிகளின் உடம்பு கடல் தண்ணீரால் எப்பொழுதும் சூழப்பட்டுள்ளது. உடல் உயிர்த் திரவத்தின் தண்ணீர், உப்பு அளவு கடல் தண்ணீரின் உப்பு அளவைப் போன்றே இருக்கின்றது. ஆகையால் உடலினுள் ஊடுகலப்பு அழுத்தமும் சுற்றுப்புறக் கடல்நீர் ஊடுகலப்பு அழுத்தமும் சம நிலையில் உள்ளன. இந்தத் தன்மைக்கு, 'சம ஊடுகலப்புத் தன்மை' (isotonic condition) என்று பெயர்.

கடல்நீர் வாழ் பிராணியை நல்ல தண்ணீரில் விட்டால், பிராணியின் உடலினுள் இருக்கும் தண்ணீர் அடர்த்தி சுற்றுப்புறத் தண்ணீரின் அடர்த்தியைவிடக் குறைவாக இருக்கின்றது. உடலின் வெளியே தண்ணீர்க் கூட்டணு அடர்த்தி அதிகமாக இருப்பதால் இது பிராணியின் உடலினுள் செல்வதன்மூலம் அதற்கு உடன் தண்ணீர் நிலை அதிகரிக்க அப்பிராணி உடல் பெரிதடைகின்றது. புரோட்டோபிளாசத்தில் தண்ணீர் கூடுதலடைவதால் இயக்கங்கள் தடைப்படுகின்றன. இதற்குத் 'தாழ் ஊடுகலப்புத் தன்மை' (hypotonic) என்று பெயர்.

நன்னீர் வாழ் பிராணிகளைக் கடல் நீரில் வைத்தால் வெளித் திரவத்தில் அதிக அளவு உப்பு இருப்பதால் தண்ணீர் அடர்த்தி உடல் நீர் அடர்த்தியைவிடக் குறைந்த அளவில் இருக்கின்றது. இதற்கு 'உயர் ஊடு கலப்புத் தன்மை' (hypertonic) என்று பெயர். இதன் காரணம் கொண்டு உடலிலிருந்து தண்ணீர்க் கூட்டணுக்கள், சூழ்நிலை கடல் தண்ணீரினுள் செல்வதால் உடல் தண்ணீர் அளவு குறைந்து உடல் சுருங்கி உடல் இயக்கங்கள் தடைப்பட்டு அப்பிராணி இறக்கும் நிலையை அடைகின்றது.

ஊடுகலப்பு ஒழுங்குபாடு

பிராணிகள் தண்ணீரிலும் நிலத்திலும் வாழ்கின்றன. அவை எங்கு வாழ்ந்தாலும் தினந்தோறும் தண்ணீரும் உப்புக்களும் உணவுடன் உடம்பினுள் செல்கின்றன. உடம்பின் உயிர்த் திரவத்தில் குறிப்பிட்ட அளவு தண்ணீரும் உப்புக்களும் இருப் பதால் இக் கூடுதல் தண்ணீரும் உப்பும் ஊடுகலப்பு அழுத்தத்தை மாற்றும் இயல்பு கொண்டிருப்பதால் கூடுதலளவு தண்ணீர் புரோட்டோப்பிளாசத்தை அதிக திரவ நிலையை அடையச்செய்து அதன் இயக்கத்திற்குப் பாதகமாக மாறுகிறது. கூடுதல் உப்புக்கள் உயிர் இனங்களின் ஊடுகலப்பு அழுத்தத்தை மாற்றுகின்றன. உடல் உயிர் இயக்கங்கள் நடைபெறக் கூடுதலான தண்ணீரும் உப்புக் களும் உடலைவிட்டு அகற்றப்பட்டு உடலினும் இவ்விரு பொருள் களின் சமநிலை எப்பொழுதும் ஒரே மாதிரியாக அமைக்கப்பட வேண்டும். இச்சமநிலை நிறுவலுக்கு 'ஊடுகலப்பு ஒழுங்கு படுத்தல்' என்று பெயர்.

நீர் வாழ்விகளில் (aquatic) ஊடுகலப்பு ஒழுங்குபாடு

நீர் வாழ்விகளில் கடல்வாழ் பிராணிகளும், நன்னீர்ப் பிராணி களும் இருக்கின்றன.

கடல்வாழ் பிராணிகள்

'கடல் வாழ்' (marine) பிராணிகளின் உடல் உயிர்ச் சத்துப் பொருள்களின் தண்ணீர் அளவு, உப்புக்கள் அளவு அப்பிராணியின் சுற்றுப்புறக் கடல் நீரின் தண்ணீர் அளவு, உப்புக்கள் அளவை ஒத்திருப்பதால் அவைகள் 'சம ஊடுகலப்புத் தன்மை'யில் வாழ் கின்றன. இதன் காரணம் கொண்டு வெளியிலிருந்து உடம்பினுள்ளோ, உடம்பிலிருந்து வெளிப்புறமாகவோ தண்ணீரும் உப்புக்களும் செல்வதில்லை. இவைகளில் ஊடுகலப்பு ஒழுங்கு பாடு எளிதாக நடைபெறுகிறது.

கடல் புரோட்டோஸோவாவில் சம ஊடுகலப்புத் தன்மையிருப்பதால், சுருங்கும் உள்வெளி (contractile vacuole) கிடையாது. கழிவுப் பொருள்கள் உடம்பின் வெளிப்பரப்பின் ஊடுபரவுதல் மூலம் அகற்றப்படுகின்றன. இதே நிலையில்தான் குழியுடலிகளிலும் கழிவுப் பொருள்கள் அகற்றப்படுகின்றன. கடல் வாழ் வளையத்தசைப் புழுக்களில் உணவுடன் எடுத்துக்கொள்ளும் அதிக அளவு தண்ணீரும் கழிவுப் பொருள்களும், 'நெப்ரீடியா' (nephridia) எனும் கழிவுப் பொருள் அகற்றும் உறுப்புகள்மூலம் அகற்றப்படுகின்றன.

கணுக்காலிகளான க்ரஸ்டேஸியாவின் (crustacea) உடம்பின் வெளிப்புறம் க்யூடிக்கிள் (cuticle) இருப்பதால் கடல் நீரிலிருந்து தண்ணீரும் உப்புக்களும் உடம்பினுள் செல்ல இயலாது. அவைகளில் கழிவுப் பொருள்களையும், தண்ணீரையும் வெளியே அகற்ற மாக்ஸில்லரி சுரப்பிகள் (maxillary glands), ஆன்டென்னரி சுரப்பிகள் (antenary glands) முதலியவைகள் பயன்படுகின்றன. மெல்லுடலிகள் ஊடுகலப்பு ஒழுங்குபாட்டை அவைகளின் ரீனல் உறுப்புகள் (renal organs) மூலம் கழிவுப் பொருள்களும் கூடுதல் தண்ணீரும் அகற்றப்படுகின்றன. கடல்வாழ் புரோட்டாஸோவா பிராணியின் உடலினுள் சுருங்கும் வெற்றிடம் கிடையாது. இதைக் கடல் நீரில் நன்னீரைச் சிறிது சிறிதாகக் கலந்தால் அவற்றின் உடலினுள் சுருங்கும் வெற்றிடம் தோன்றுகின்றது. ஏனெனில் நன்னீர் கலப்பதன்மூலம் வெளிப்புறத்தில் தண்ணீர் அடர்த்தி அதிகரிக்க, தண்ணீர் உடலினுள் புகுந்துஇக் கூடுதல் தண்ணீரை வெளியகற்றச் சுருங்கி விரியும் உள் வெளி தோன்றுகிறது.

கடல் வாழ்விகளை நன்னீரில் வைத்தால் 'தாழ் ஊடுகலப்புத் தன்மையினால் அதிக தண்ணீர்க் கூட்டணு கொண்ட வெளிப்புறத் தண்ணீர் உடலினுள் புகுந்து புரோட்டோப்பிளாசத்தை அதிக திரவமாக்குகின்றது. 'மையா' (myia) எனும் கடல்நீர் நண்டை 20 சதவிகிதக் கடல் நீரில் வைத்தால் அது சில மணி நேரங்களில் இறந்துவிடுகின்றது. 75 சதவிகிதக் கடல் நீரில் 18 மணி நேரம் உயிர் வாழ்ந்து வருகின்றது. ஏனெனில் அதன் உடலினுள் செல்லும் தண்ணீரை அகற்றும் தன்மை இல்லாததால் உடல் கனம் கூடுதலடைந்து இயக்கங்கள் நின்று ஊடுகலப்பு ஒழுங்குபாடு நடைபெருததால் உயிருக்குத் தீங்கு ஏற்படுகிறது. கடல் வாழ் முதுகெலும்பற்ற பிராணிகளின் உடலில் புரதச்சிதைவு ஏற்பட்டு அம்மோனியா முடிவுக் கழிவுப்பொருளாக அமைகின்றது. அம்மோனியா எளிதில் தண்ணீரில் கரையும் தன்மை கொண்டதாலும் இப்பிராணிகளுக்கு அதிக அளவு தண்ணீர் கிடைப்பதாலும்

கழிவுப் பொருள்கள், அம்மோனியா நிலையிலேயே அகற்றப் படுகின்றன. ஆகவே, இவைகள் 'அம்மனேடெலிக்' கழிவு நீக்க இனத்தைச் சார்ந்தவையாகும்.

கடல் வாழ் முதுகெலும்புப் பிராணிகளில் முக்கியமாக மீனினத்தில் ஊடுகலப்புச் சம நிலை கிடையாது. ஏனெனில் உடலினுள் இருக்கும் ஊடுகலப்பு அழுத்தம் சுற்றுப் புறக் கடல்நீர் ஊடுகலப்பு அழுத்தத்தில் 1/3 பங்கு தானிருக் கின்றது. அவைகளில் உடல் திரவ அடர்த்தி கடல் தண்ணீர் அடர்த்தியைவிட அதிகமாக இருப்பதால் உடலிலிருந்து கூடுதலான அளவு தண்ணீர் வெளிச்செல்ல நேரிடும். உடலின் வெளிப்புறத்தில் செவுள்கள் தண்ணீர் வெளிச்செல்வதைத் தடுக் கும் இயல்பு கொண்டவை. ஆகையால் தண்ணீர் செவுள்கள் மூலமாகவும் சீரணப்பாதை வழியாகவும் வெளிச் செலுத்தப் படுகின்றது. இதனல் உடல் தண்ணீர் நிலை குறைக்கப்படும் அபாய நிலை ஏற்பட்டு இயக்கங்களுக்குத் தடைநேரிடுவதைத் தடுக்கவும் உடல் தண்ணீர் நிலையைச் சீராக்கவும் கடல் மீன்கள் கடல் நீரை அதிக அளவில் குடிக்கின்றன. கடல் நீரின் உப்புக் களும் தண்ணீரும் குடல் படலத்தின்மூலம் உட்கவரப்படுகின்றன. உப்புக்கள் அளவு கூடுதலடைகின்றது. இவ்வுப்புக்களைச் சிறு நீரகம் இரத்தத்திலிருந்து கவர்ந்து வெளியே அனுப்ப முடியாது. ஆகையால் அதிக அளவு உப்புக்களை வெளியகற்றச் செவுள்களின் 'க்ளோரைட் சுரக்கும் செல்கள்' மூலம் அகற்றப்படுகின்றன.

கடல் வாழ் மீன்களில் உடல் தண்ணீரும் கடல் நீரும் சம ஊடுகலப்புத் தன்மையில்லாதவை. தற்காலக் கடல் மீன்கள் பரிணுமப்படி நன்னீரில் தோன்றிப் பின்னர்க் கடலை அடைந்தன. இதன் காரணம் கொண்டுதான் கடல் நீருக்கு, 'குறைந்த ஊடு கலப்புத் தன்மை' அவைகளின் உடலின் உயிர்த் திரவத்தில் இருக்கின்றது.

கடல் சுராமீன்களின் உடல் திரவ ஊடுகலப்பு சுற்றுப்புறக் கடல் நீரின் ஊடு கலப்பிற்கு 1/2 அளவுதான் உள்ளது. இருப்பினும் இவைகளின் இரத்தத்தில் அதிகமான அளவு அங்ககப் பொருள்கள் அடங்கியிருப்பதால் இரத்தஊடுகலப்பு அடர்த்தி கடல் நீர் ஊடுகலப்பு அடர்த்திக்குச் சமநிலையில் இருக்கின்றது. யூரியா உப்புக்கள் கழிவுப் பொருளாக அகற்றப்படாமல் இரத்தத் தினுள்ளே இருத்தி வைக்கப்படுகின்றன.

நன்னீர் வாழ் பிராணிகளில் ஊடுகலப்பு ஒழுங்குபாடு

நன்னீர்ப் பிராணிகளின் திரவ நிலை வெளிப்புறத்திரவ நிலையை விடக் குறைவான அடர்த்தி நிலையில் உள்ளது. ஆதலால் அதிகத்

திரவ நிலையான வெளிப்புறத்திலிருந்து பிராணிகளின் உடம்பிற்குச் சென்று, புரோட்டோபிளாசத்தை அதிக திரவமாக்குகின்றது. இக்கூடுதல் தண்ணீரை உடம்பிலிருந்து கவர்ந்து வெளியே செலுத்தவேண்டும். கழிவு நீக்க உறுப்புக்கள் இவ்வேலையைச் செய்கின்றன.

நன்னீர்வாழ் ப்ரோட்டோஸோவாப் பிராணிகளின் உடலினுள் ஒரு சுருங்கும் உள்வெளி இருக்கின்றது. உடலினுள் தண்ணீர் சென்றால் அது புரோட்டோபிளாசத்தை நீர்க்கச் செய்கின்றது. இக் கூடுதல் நீர் சுருங்கும் உள்வெளியினை வந்தடைந்து, வெளிப் புறத்தை அடைகிறது. நன்னீர்வாழ் புரோட்டோஸோவாவான 'அமீபா வெர்கோஸா'வை, (amoeba verracosa) ஒரு கண்ணாடிப் பாத்திரத்தில் நன்னீரில் வைத்து அதனுள் கொஞ்சம் கொஞ்சமாக உப்பு நீரைச் சேர்த்துவந்தால் புதிய சூழ்நிலையில் உப்புக்கள் சேர்க்கப்பட்டுத் தண்ணீர் அடர்த்தி குறைக்கப்படுவதால் சுருங்கும் உள்வெளி மெதுவாக இயங்க ஆரம்பித்துப் பின்னர் முழுவதும் மறைந்துவிடுகின்றது. ஏனெனில் உப்புப் பொருளைச் சூழ்நிலையில் அதிகரிக்கச் செய்து உடலினுள் ஊடுகலப்பு அடர்த்தியையும் வெளிப்புற ஊடுகலப்பு அடர்த்தியையும் சமநிலைக்குக் கொண்டு வருவதன்மூலம் 'சமநிலை ஊடுகலப்புத் தன்மை' ஏற்படுத்தப்படு வதால் தண்ணீர் உள்ளேயோ வெளியேயோ செல்வது தடுக்கப் படுகின்றது.

நன்னீரில் வாழும் தட்டைப் புழுக்களான ப்ளனேரியாவில் தண்ணீர் சமநிலை ஏற்படுத்த 'சுடர் செல்கள்' (flame cells) உதவுகின்றன. நன்னீர் நத்தைகளில் ரீனல் உறுப்புகளும் நன்னீர் சிப்பிகளில் பொஜேனஸின் உறுப்புகளும் (organ of bojanus) ஊடுகலப்பு ஒழுங்குபாடு செய்கின்றன. நன்னீர் மீன்களும் தவளை இனங்களும் சிறுநீர் உறுப்புகள்மூலம் ஊடுபுகு ஒழுங்குபாடு நடத்துகின்றன.

நன்னீர் வாழ்விகளுக்குத் தண்ணீர் உடல்பரப்புமூலம் அதிக அளவு உடலினுள் செல்கின்றது. இக்கூடுதல் தண்ணீர் சிறுநீர் உறுப்புக்கள் உதவியினால் வெளியே அகற்றப்படுகின்றது. வெளிச்செலுத்தப்படும் தண்ணீர் அதிக அளவில் இருப்பதால் சிறு நீரில் உப்புகள் மிகக் குறைந்த அடர்த்தியிலிருக்கின்றன. உப்புக் கள் உடலிலிருந்து வெளிச்செல்லுகின்றன. உப்புக்களின் குறைவை ஈடு செய்யும் அளவு உப்பு உணவிலிருந்தும் சுற்றுப்புறத்திலிருந்தும் கிடைப்பதில்லை. ஆகையால் இவ்வகை மீன்களின் செவுள்களின் படலங்கள் வெளிப்புறத் தண்ணீரிலிருந்து தேவைப்பட்ட உப்புக்களை எடுத்துக்கொள்ள உதவுகின்றன. மேலும் சிறு நீர் நுண் குழல்கள் சிறு நீரிலிருந்து உப்புக்களைக் கவர்ந்து

இரத்தத்தினுள் செலுத்துகின்ற காரணத்தால் இரத்தத்தின் உப்புக்கள் சரிநிலையில் வைக்கப்படுகின்றன. நன்னீரில் வாழும் மீன்களும் தவளையினமும் அதிகத் தண்ணீர் நிலையில் வாழ்பவை களாக இருப்பினும் ஹைட்ரஜன் கொண்ட கழிவுப் பொருள்கள் யூரியாவாகத்தான் அகற்றப்படுகின்றன. ஆகையால், இவைகள் யூரியோடெலிக்' (ureotelic) பிராணிகளாகும்.

நில நீர் வாழ்விகள் உடலின் திரவநிலை வெளி நன்னீரைக் காட்டிலும் 'உயர் ஊடுபுகு தன்மை' கொண்டிருக்கின்றது. உடலில் செவுள்கள் இல்லாமலிருப்பதாலும், ஊடுகலப்பு அனுமதிக்கும் தன்மை கொண்டிருப்பதாலும் வெளித் தண்ணீர் தோலின்மூலம் உடம்பினுள் செல்கின்றது. கூடுதல் தண்ணீர் சிறுநீர் உறுப்புமூலம் அகற்றப்படுகின்றது. நில நீர் வாழ்விகள் கடல்நீரில் வசிக்க இயலாது. இவைகளின் உடல் உயிர்த் திரவத்தின் உப்பு அடர்த்தி அளவு கடல் நீர் உப்பு அளவை விடக் குறைவாக இருப்பதால் நில நீர் வாழ்விகளைக் கடல் நீரில் வைத்தால் அவைகளின் உடல் நீர் வெளியே இழுக்கப்பட்டு அதன் அளவு குறைகின்றது. இந்நிலையில் அதிக உப்புக்களை உடலி லிருந்து சிறுநீர் உறுப்புகள் உதவியால் உப்பு அடர்த்தி கொண்ட சிறுநீரை வெளியே அகற்றும் தன்மை அவைகளுக்கு இல்லாததால் நில நீர் வாழ்விகள் கடல் நீரில் வாழும் தன்மையற்றவைகளாக இருக்கின்றன.

நீர் வாழ்விகளில் கடல் நீர் வாழ்விகள், நன்னீர் வாழ்விகள் எனும் இருவேறுபாடு இனங்களைத் தவிர, இரண்டு வாழ்நிலையை இணைக்கும் 'கழிமுகத்துவார வாழ்விகள்' (estuarine forms) எனும் நடுநிலை வாழ்விகள் இருக்கின்றன. ஆறு, நதிகள் முதலி யன கடலினுள் திறக்கும் இடத்திற்குக் கழிமுகத்துவாரம் என்று பெயர். இவ்விடத்தில் நன்னீரும் கடல்நீரும் ஒன்று கலக்கின்றன. கடல் ஏற்றத்தின்பொழுது (high tide) கடல்நீர் இதனுள் செல் வதால் உப்புக்கள் அளவு தண்ணீரில் அதிகரிக்கின்றது. கடல் வற்றத்தின்பொழுது (low tide) நதித் தண்ணீர் இதனுள் செல்வ தால் உப்புக்கள் அளவு குறைகிறது. இதன் காரணங்கொண்டு கழிமுகத் துவாரத்தின் தண்ணீரில் உப்புக்கள் அளவு மாறுபட்டுக் கொண்டேயிருக்கும். இம் மாற்றம் தண்ணீரின் ஊடுபுகுதல் அழுத்தத்தைப் பாதிக்கிறபடியால் இச் சூழ்நிலையில் வாழும் பிராணி களைப் பாதிக்கின்றது. இப்பிராணிகள் உப்புக்கள் அடர்த்தியின் பெரும் மாறுதல்களுக்கும் உயிர் வாழ் தன்மை கொண்டிருப்பதால் இவைகளை யூரிஹையலின் (euryhaline) எனக் கூறுகிறோம்.

இவை உடலினுள் ஊடுகலப்பு அழுத்தத்திற்குத் தக்கவாறு மாற்றி அமைக்கும் தன்மை கொண்டிருப்பதால் கழிமுகத் துவாரத்தில் வசிக்கும் தன்மை கொண்டிருக்கின்றன.

நில வாழ்விகளில் (terrestrial) ஊடுகலப்பு ஒழுங்குபாடு

பரிணமக் கொள்கைப்படி நீர் வாழ்விகள் தண்ணீரைவிட்டு நிலத்தை ஆக்ரமித்து நிலவாழ்விகளாக மாறுதலடைந்தன. தண்ணீரின் சூழ்நிலை நிலத்தின் சூழ்நிலையைவிட முற்றிலும் மாறுபட்டது. நீர் வாழ்விகளைச் சுற்றித் தண்ணீர் அதிக அளவில் கிடைக்கின்றது. நிலநீர் வாழ்விகளின் உடலைச் சுற்றிக் காற்று அமைந்திருக்கிறது. அவைகளுக்கு உடலிலிருந்து தண்ணீர் அதிக அளவில் சிறுநீருடனும், வெளிச் சுவாசிக்கும் காற்றுடனும், தோலின் பரப்பின்மூலமும், மலப்பொருள்மூலமும் வெளியேறுகின்றது. இதனால் உடல் காய்ந்த நிலையை அடைந்து தீங்கு ஏற்படுகின்றது. இத்தண்ணீர் இழப்பைத் தண்ணீர் உடலினுள் செலுத்துவதன்மூலம் ஈடுசெய்ய வேண்டும். நிலநீர் வாழ்விகளுக்கும், நீர் வாழ் ஊர்வன இனத்தைத் சார்ந்த முதலை, ஆமை முதலியவற்றிற்கும் பாலூட்டிகளுக்கும் தண்ணீர் சுமாரான அளவு கிடைக்கின்றது. குடிக்கும் திரவநிலையிலும், உணவுப் பொருள்கள் மூலமும் உடலினுள் நடக்கும் வளர்சிதை மாற்றத்தின்மூலமும் தண்ணீர் இவைகளுக்குக் கிடைக்கின்றன மனிதன் உடலில் வளர்சிதை மாற்றம்மூலம் 340 கிராம் தண்ணீர் உடலுக்குக் கிடைக்கின்றது.

வெளிச்செல்லும் காற்றின்மூலம் சுமார் 400 கிராம் தண்ணீரும் தோலின்மூலம் சுமார் 500 கிராம் தண்ணீரும், மலத்துடன் சுமார் 100 கிராம் தண்ணீரும், சிறுநீர்மூலம் சுமார் 1500 கிராம் தண்ணீரும் தினந்தோறும் மனித உடலிலிருந்து வெளிச்செல்கின்றது.

உட்கொள்ளும் தண்ணீரளவும் வெளிச்செல்லும் தண்ணீர் அளவும் சமநிலையிலிருந்தால் இதைத் 'தண்ணீர்ச் சமநிலை', water balance) என்கிறோம். இச்சமநிலை ஏற்படுத்துவதற்குச் சிறுநீர் செயல்படுகின்றது. தண்ணீர் கூடிய அளவு சுமாரான நிலையில் கிடைப்பதால் புரதச் சிதைவு கழிவுப் பொருளான யூரியாக் (urea) கரைசல் நிலையிலேயே அகற்றப்படுகின்றது. இப்பிராணிகளை யூரியோடெலிக் எனக் கூறுகிறோம். உடம்பிற்குக் கிடைக்கும் தண்ணீர் உடலிலிருந்து வெளியே செல்லும் தண்ணீருக்கு ஈடு கட்டப்படுகிறது.

நிலவாழ்விகளான ஊர்வன, பறவைகள், பாலைவன வாழும் பாலூட்டியினத்து ஒட்டகம் முதலிய பிராணிகளுக்குத் தண்ணீர்

மிகக் குறைந்தஅளவில்தான் கிடைக்கின்றது. இப் பிராணிகளுக்குத் தண்ணீர் கிடைப்பது மிக அரிது. ஆகையால் தண்ணீர்ச் சேதம் குறைக்கப்பட்டால்தான் உடலின் தண்ணீர்ச் சமநிலை ஏற்படுத்த முடியும். இதன் காரணம்கொண்டு ஊர்வனவிலும், பறவைகளிலும் தோல் சுரப்பியற்றதாகவும், தோலின் வெளிப்புறம் செதில், இறகு களாலும் நன்கு பாதுகாக்கப்பட்டு மூடியிருப்பதாலும் உடலிலி ருந்து தண்ணீர் தோல்பரப்புமூலம் வெளியே ஆவியாகச் செல்வது தடுக்கப்படுகின்றது. பாலைவனப் பாலூட்டிகளில் வியர்வைச் சுரப்பிகள் இல்லாமையால் வியர்வைமூலம் தண்ணீர்ச் சேதம் தடுக்கப்படுகின்றது மலப் பொருளும் மிக்க காய்ந்த நிலையில் தான் அகற்றப்படுகின்றன. ஊர்வனவற்றிலும், பறவைகளிலும் புரதச் சிதைவுக் கழிவுப் பொருள்கள் திரவநிலையில் சிறுநீராக அகற்றப்படுவது தடுக்கப்படுவதால்தான் தண்ணீர்ச் சேதம் தவிர்க்கப்படுகிறது. கழிவுப் பொருள்கள் யூரியா இல்லாது யூரிக் அமிலப்படிகமாக அகற்றப்படுகின்றன. இதற்கு 'யூரிகோ டெலிக்' (uricotelic) என்று பெயர். கழிவுப் பொருள் திரவமாக இல்லாமல் திடப்பொருளாக இருக்கின்றபடியால் இவ்வழியில் தண்ணீர்ச் சேதம் தடுக்கப்படுகின்றது.

கிடைக்கும் சமயத்தில் ஒட்டகம் அதிக அளவு தண்ணீரைக் குடித்து அதைத் திமிலில் சேமித்து வைத்துக் கொள்வதால் தொடர்ந்து அதிக நாள் அது தண்ணீர் குடிக்காமலேயே வாழும் தன்மை கொண்டிருக்கிறது என்ற ஒரு மாறுபட்ட கருத்து நிலவி வருகின்றது. ஆனால், திமிலில் தண்ணீர் சேமித்து வைக்கப் படுவதில்லை. இதற்குத் தேவையான அளவுத் தண்ணீர், கொழுப்பு வளர்சிதை மாற்றத்தின்மூலம் கிடைக்கின்றது. மேலும் இதன் உடலில் இருக்கும் தண்ணீரில் 40 சதவிகிதம் இழந்தாலும் இதற்கு வாழமுடியும். மற்றப் பிராணிகள் 20 சதவிகித உடல் தண்ணீரை இழந்தால் மரணமடைகின்றன. இந்தத் தண்ணீர் இழப்பினைத் தாங்கும் தன்மை கொண்ட உடலமைப்பினுல்தான் ஒட்டகம் நாள் கணக்கில் தண்ணீர் அருந்தாமலேயே வாழ முடியும். கிடைக்கும்பொழுது அதன் உடல் கனத்தின் 1/3 பங்கு கன அளவு கொண்ட தண்ணீரை அருந்தும் தன்மையும் அதற்கு உண்டு.

ஊடுகலப்பு ஒழுங்குபடுத்தல் எனும் திறன்மூலம் பிராணிகள் தங்கள் உடல் உயிர்த் திரவத்தின் தண்ணீர், உப்புக்கள் நிலையைச் சூழ்நிலைக்கு ஏற்றவாறு மாற்றியமைத்து உடல் தண்ணீர்ச் சம நிலையையும் உப்புக்கள் சமநிலையையும் ஏற்படுத்தி ஊடுகலப்பு அழுத்தத்தை நிலைநாட்டி உடல் செயல்களைச் சரியான நிலையில் வைத்துக்கொள்ளும் ஆற்றல் கொண்டிருக்கின்றன.

பகுதி 7

நரம்பினும் தசையினும் செயல் இயக்கம்

(NEURO - MOTOR SYSTEM)

நரம்பு மண்டலத்தை (1) நடுமை நரம்பு மண்டலம் (central nervous system) (2) வெளிப்புற நரம்பு மண்டலம் (peripheral nervous system, (3) உடம்பினுள் நரம்பு மண்டலம் (visceral nervous system) என மூன்று வகையாகப் பிரிவு படுத்தலாம். நடுமை நரம்பு மண்டலத்தில் மூளையும் (brain), தண்டுவடமும் (spinal cord) அடங்கியுள்ளன. வெளிப்புற நரம்பு மண்டலம், மூளையிலிருந்தும் தண்டுவடத்திலிருந்தும் வெளிப்படும் நரம்புகளால் ஆயது. உள் உறுப்புகளுக்குச் செல்லும் நரம்புகளால் ஆனதே உடம்பினுள் நரம்பு மண்டலமாகும்.

நரம்பு மண்டலத்தில் இயங்கும் நுண் அமைப்புகளுக்கு 'நரம்பு செல்கள்' அல்லது 'ந்யூரோன்' (neurone) எனப் பெயர்.

தொகுப்பு 1

நியூரோனின் அமைப்பு

நியூரோன் எனும் நரம்புசெல் 1/500 குறுக்களவு கொண்டு நுண்நோக்கிமூலம் காணும் அளவு கொண்டுளது. நரம்பு செல்லிற்குப் பரந்த 'செல் உடம்பும்' (cell body) அதனுள் ஓர் உருளை வடிவமான ந்யூக்ளியசும், அதனைச் சுற்றி 'சைட்டோ பிளாசமும்' இருக்கின்றன. சைட்டோ பிளாசத்தில் நுண் மணல் போன்ற 'நிஸ்ஸல் பொருள்கள்' (nissel bodies) இருக்கின்றன. இவை நரம்பு இயக்கத்திற்குத் தேவையான சக்தியை அளிக்கும்

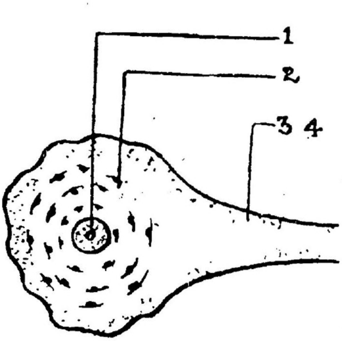
தன்மை கொண்டவைகளாகக் கருதப்படுகின்றன. அவை வரிசை வரிசையாகப் புலியின் உடற் கோடுகள் போன்ற தோற்றம் தருவ தால் 'டிக்ராய்ட் பொருள்கள்' (tigroid bodies) எனவும் விவரிக்கப் படுகின்றன.

1940ஆம் ஆண்டு அறிஞர் 'மூரிபார்' (Murebar) என்பவர் நரம்பு செல்லில் வியத்தகு முறையில் ஆராய்ச்சி செய்து பெண்ணின் நரம்பு செல்லிலுள்ள ந்யூலியோலஸ்ஸுக்கு அருகில் ஒரு சிறிய வட்டமான வடிவம் உள்ளதென்றும், இதற்கு 'ந்யூக்லி யோலார் சாட்டலைட்' (nucleolar satellite) என்றும் இத்தகைய அமைப்பு ஆணின் நரம்பு செல்லில் இல்லை யென்றும் கண்டு பிடித்தார். இதற்கு விலக்காகச் சில ஆணின் நரம்புச் செல்களிலும் இது உள்ளது.

செல் உடம்பின் வெளிப்புறச் சுவர்களிலிருந்து பல இழைகள் கிளம்புகின்றன. அவைகளில் ஒன்று நீண்டு பிரிவு அடையாமல் உளது. இதற்கு 'ஆக்ஸான் இழை' (axon) எனப் பெயர். மற்ற எல்லா இழைகளும் திரும்பத்திரும்ப மரக்கிளைபோல் பிரிவுபடு கின்றன. அவைகளை 'டென்ட்ரான்' (dendron) அல்லது 'டென்ட் ரைட்ஸ்' (dendrites) எனப் பெயரிட்டுள்ளனர். டென்ட்ரான்கள் செல் உடம்பை நோக்கி உணர்ச்சிகளை எடுத்து வருகின்றன. ஆக்ஸான் உணர்வுகளை செல் உடம்பிலிருந்து வெளியில் எடுத்துச் செல்கின்றது.

இழைகளின் எண்ணிக்கையைக்கொண்டு நரம்பு செல்களை மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

1. ஒருமுனை நரம்பு செல் (Unipolar Neurone)



படம் 20 (அ)

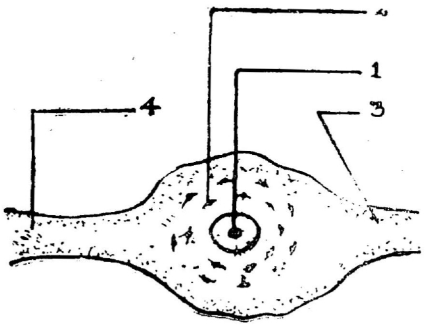
ஒருமுனை நரம்பு செல்

1. நியூக்ளியஸ்
2. நிஸ்ஸல் பொருள்கள்
3. டென்ட்ரான்
4. ஆக்ஸான் இழை

இவ்வகை நரம்பு செல்லில் ஒரே இழைதான் இருக்கின்றது. அவ்விழை ஆக்ஸானுகவும், டென்ட்ரானுகவும் செயல்படுகின்றது. இதில் நரம்புப் புடைப்பான 'நரம்புத்திரள்' (ganglion) இருக்கின்றது.

2. இருமுனை நரம்பு செல் (Bipolar Neurone)

இவ்வகை நரம்பு செல்லில் எதிரெதிராக இரு இழைகள் இருக்கின்றன. ஓர் இழை ஆக்ஸானுகவும், மறுஇழை டென்ட்ரைட்டாகவும் செயல்படுகின்றன. இது தண்டுவட நரம்புப் புடைப்புக்களான முண்டுகளில் இருக்கின்றன.

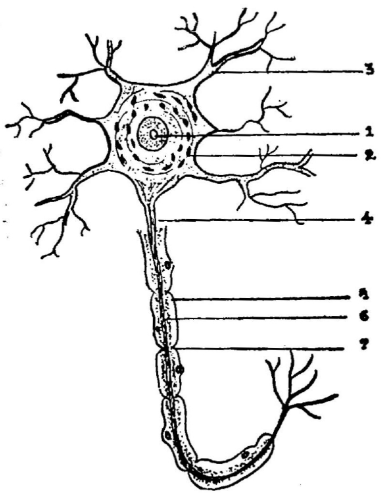


படம் 20 (ஆ)

இருமுனை நரம்புசெல்

1. நியூக்ளியஸ்
2. நிஸ்ஸல் பொருள்கள்
3. டென்ட்ரான்
4. ஆக்ஸான் இழை.

3. பலமுனை நரம்புசெல் (Multipolar Neurone)



படம் 20 (இ)

பலமுனை நரம்பு செல்

1. நியூக்ளியஸ்
2. நிஸ்ஸல் பொருள்கள்
3. டென்ட்ரான்
4. ஆக்ஸான் இழை
5. மையலின் உறை
6. ஸ்வானின் உறை
7. ரான்வியர் கணு.

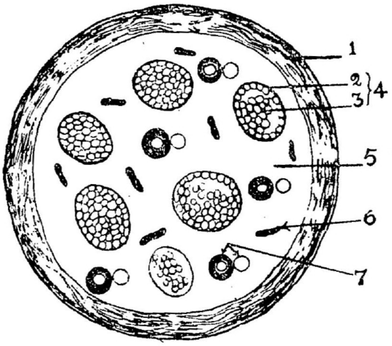
இவ்வகை நரம்பு செல்லில் பல இழைகள் இருக்கின்றன. அதில் ஒன்று ஆக்ஸானாகவும், மற்றவை எல்லாம் டென்ட்ரானாக வும் செயல்படுகின்றன. நரம்பு செல்லினுள் நியூக்ளியசும் சுற்றுப் புற சைட்டோபிளாசத்தில் நிஸ்ஸல் பொருள்களும் செல்லின் வெளிப்புறச் சுவரிலிருந்து பல டென்ட்ரான்கள் திரும்பத் திரும்பப் பிளவுபட்டிருக்கின்றன. அவை அடுத்திருக்கும் நரம்பு செல்களில் டென்ட்ரான் பிரிவுகளுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. ஓர் இழை நீண்டு பிரிவுபடாமல் இருக்கின்றது. அதுவே ஆக்ஸான். சில சமயங்களில் இது மூன்று அடிவரை நீண்டிருக்கும். நரம்பு செல்லைவிட்டுக் கிளம்பியபின் சிறிது இடைவெளிக்குப் பின்புறமாக ஆக்ஸானைச் சுற்றி மயலின் உறை (myeline sheath) எனப்படும் ஒரு கொழுப்புப் பொருளாலான உறை இருக்கின்றது. இவ் வுறைக்கு வெளிப்புறமாக நியூக்ளியஸ்,சைட்டோபிளாசம் கொண்ட உயிர் உறை இருக்கின்றது. இதற்கு 'நியூரில்லம்மா (neurilemma) அல்லது 'ஸ்வான் உறை' (sheath of Schwann) எனப் பெயர். இவ்விரு இழைகளும் ஆக்ஸான் நீளம் முழுவதும் தொடர்ந்து இல்லாமல் சிற்சில இடங்களில் ஆக்ஸானை மூடாமல் கணுபோன்ற தோற்றத்தைக் கொடுக்கின்றன. இதற்கு 'ரான்வியர் கணு' (nodes of Ranvier) எனப் பெயர். மயலின் உறை, நியூரில்லம்மா, ஆக் ஸான்கொண்டதற்கு நரம்புஇழை (nerve fibre) என்று பெயர். ஆக்ஸானைச் சுற்றிக் கொழுப்பு உறை இருந்தால் அதை மையலி னேட்ட் அல்லது மெடுல்லேட்ட் (myelinated or medullated) நரம்பு இழை என்றும் கொழுப்பு உறை அற்று இருந்தால் மையலி னேட்ட் அற்றஅல்லதுமெடுல்லேட்ட் அற்ற (non-myelinated or non medullated) நரம்பு இழை எனக் கூறுகிறோம். இக்கொழுப்பு உறை ஓர் ஆக்ஸானின்மூலம் செல்லும் உணர்ச்சி அடுத்த ஆக் ஸானுக்குச் செல்லாதவாறு பாதுகாப்புத் தடுப்பு உறையாகச் செயல்படுகின்றது. நியூரில்லம்மா நரம்பு இழைக்குச் சத்துப் பொருள் அளிப்பதுடன் நரம்பு இழை பழுதுபட்டால் அதை உற் பத்தி செய்யவும் உதவுகின்றது. மையலினேட்ட் இழைகள் நீள மாகவும் மெல்லியவாகவும் இருக்கின்றது. அது மூளை, தண்டு வடத்திலும் அமைந்திருக்கின்றது. 'மையலினேட்ட்' அற்ற இழை கள் நீளமற்று பரிவு நரம்புத்திரள்களில் (sympathetic ganglion) இருக்கின்றது. ஒரு நரம்பு செல்லின் ஆக்ஸான் டென்ட்ரைட்டு டனோ, செல்உடம்புடனோ இணையும் இடத்திற்கு 'நரம்புக்கூடல் வாய்' (synapse) என்று பெயர்.

நரம்பின் அமைப்பு

ஒரு பூனையின் காலில் உள்செல்லும் நரம்பான ஸையாடிக் (sciatic) நரம்பின் வெட்டுநோக்கை ஆராய்ந்தால் அந்நரம்பினுள்

பல நரம்பு இழைகள் ஒன்றினை அடுத்து ஒன்றாக நீண்டு அமைந்திருப்பதைப் பார்க்கலாம். ஒவ்வோர் இழைக்கும் நடுவே உள்ள இணைப்புப் பொருளுக்கு எண்டோந்யூரியம் (endoneurium) எனப் பெயர். இந்நரம்பு இழைக்கூட்டத்தைச் சுற்றி ஒரு பெரின்யூரியம் (perineurium) எனும் உறை இருக்கின்றது. இவ்விரண்டிற்கும் ஃப்யூனிகுலஸ் (funiculus) எனப் பெயர். கால் நரம்பில் பல ஃப்யூனிகுலஸ்கள் உள்ளன. அடுத்தடுத்து இருக்கும் ஃப்யூனிகுலஸினைச் சுற்றி இருக்கும் உறைக்கு எபிந்யூரியம் (epineurium) எனப்பெயர். அதில் கொழுப்புப் பொருள்களும், நுண்தமனிகளும் (arteries) நுண்சிரைகளும் (veins) இருக்கின்றன.

சில நரம்பு இழைகள் உணர்வு உறுப்புகளிலிருந்து மூளைக்குத் தகவல்களை எடுத்துச்செல்கின்றன. அவைகளுக்கு 'உணர்வு நரம்பு இழைகள்' (sensory nerve fibres) எனப் பெயர். சில இழை



படம் 21.

நரம்பின் வெட்டு நோக்கு

1. வெளியுறை
2. பெரிந்யூரியம்
3. நரம்பு இழை
4. ஃப்யூனிகுலஸ்
5. எபிந்யூரியம்
6. கொழுப்பு
7. இரத்தக் குழல்கள்.

கள் மூளை, தண்டுவடத்திலிருந்து தகவல்களை இயக்க உறுப்புக்களான தசைகளுக்கு எடுத்துச்செல்கின்றன. அவைகளை இயக்க நரம்பிழைகள் (motor fibres) எனக் கூறுகிறோம். இவ்விழைகளின் கடைசி நுனி தசையிழையைத் தொட்டுப் பரந்த தட்டுப்போல் அமைந்துள்ளது. இப்பரந்த தட்டிற்கு 'இயக்க நுனித்தட்டு', (motor end plates) எனப் பெயர். இத்தட்டிற்கும் தசையிழைக்கும் இடையே ஒரு பாகு போன்ற பொருள் இருக்கின்றது. இவை இரண்டும் இணையும் இடத்திற்கு 'நரம்புத்தசை இணைப்பு' (neuro-motor junction) என்று பெயர். இதன் வாயிலாகத்தான் நரம்பு இழையிலிருந்து தகவல் தசைக்கு எடுத்துச்செல்லப்படுகிறது. இதில் 'அசெடைல் கோலீன்' (acetyl choline) எனும் வேதியியல் பொருள் இத்தகைய தொடர்பிற்கு இயல்படுகின்றது.

சில பெரிய நரம்புகளில் உணர்வு இழைகள்மட்டுந்தானிருக்கும்; இவ்வகை நரம்பிற்கு 'உணர்வு நரம்புகள்' எனப்பெயர். இவை உணர்வு உறுப்புகளிலிருந்து தகவல்களை உள்புறமாகத் தண்டுவடம், மூளைக்கு எடுத்துச் செல்கின்ற தன்மை கொண்டிருப்பதால் இவைகளுக்கு அ.·.பரண்ட் (afferent) நரம்புகள் எனப் பெயர். சில நரம்புகளில் இயக்க நரம்பு இழைகள்மட்டும் இருந்து தண்டுவடம், மூளையிலிருந்து உத்தரவுகளை இயங்கு தசைகளுக்கு வெளிப்புறமாக எடுத்துச்செல்வதால் 'இயக்கு நரம்புகள்' அல்லது எ.·.பரண்ட் (efferent)நரம்புகள் எனப் பெயர். பூனையின் கால் நரம்பான ஸையாடிக் நரம்பில், உணர்வுநரம்பு இழைகளும் இயக்கு நரம்பு இழைகளும் இருப்பதால் இதைக் 'கலப்பு நரம்புகள்'(mixed nerves) எனக் கூறுகிறோம். இதன் வேறுபட்ட இழைகள் இருவகை இயக்கங்களையும் செயல்படுத்துகின்றன.

தொகுப்பு 2

நரம்பின் பண்புகள்

1. உணரும் இயல்பு (Irritability)

நரம்புகள் பல்வேறு உணர்வுத் தூண்டுதல்களுக்குத் (stimuli) தக்கவாறு எதிர்ச்செயல்கள் நடத்துகின்றன. தூண்டுதல் தாக்கும் இடத்திற்குக் கிளர்ச்சி (stimulated) அடையப்படுகிறது.

2. ஊடுகடத்தும் ஆற்றல் (Conductivity)

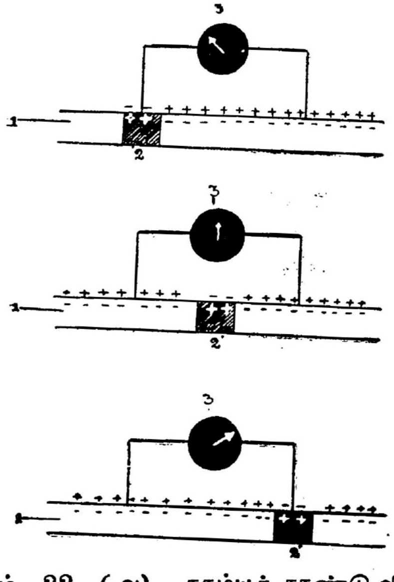
தூண்டுதலால் கிளர்ச்சியடையப்பட்ட நரம்பின் ஆரம்ப நுனியிலிருந்து உணர்ச்சி, நரம்பின் மறு முனைக்கு எடுத்துச்செல்லும் இயல்புக்கு 'ஊடுகடத்தும் ஆற்றல்' எனப் பெயர்.

3. நரம்புத் தூண்டு விசை (Nerve Impulse)

தூண்டுதல் அடைந்த நரம்பு முன் நுனியிலிருந்து அதன் மறு நுனிக்கு உணர்ச்சியை எடுத்துச்செல்லும் ஆற்றலுக்கு நரம்புத் தூண்டு விசை எனப் பெயர். நரம்புமூலம் செல்லும் தூண்டுவிசை இயற்பியல் மின் ஓட்டத் தன்மையால் இயங்குகின்றன. இதனை 'உயிர் இயற்பியல்' (biophysics) எனும் கோட்பாடு எனக் கூறலாம்.

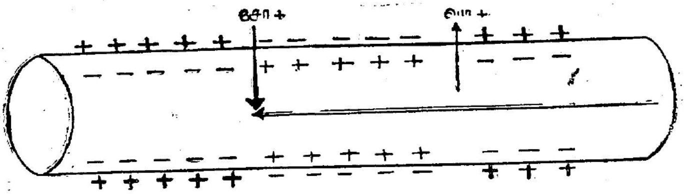
தூண்டப்படாத ஓய்வுப் பருவத்திலுள்ள நரம்பு இழையைச் சுற்றியிருக்கும் படலத்தில் தாதுப் பொருள்களில் அயனிகள் இருக்கின்றன. இவ் வயனிகள் படலத்தின் வெளிப்புறத்தில் 'நேர்மின் ஆற்றல்' கொண்டனவாகவும் (positively charged) உள்புறத்தில் 'எதிர்மின் ஆற்றல்' கொண்டனவாகவும் (negatively charged) உள்ளன. படலத்தின் இருபுறங்களிலும் நேர்மின் அயனிகளும், எதிர்மின் அயனிகளும் சம அளவில் இருப்பதால் 'மின் அழுத்த அளவு' (electrical potential) சமநிலையில் அமைந்திருக்கிறது. இப் படலம் நேர்மின் அயனிகளும் எதிர்மின் அயனிகளும் இணைவதைத் தடுக்கும் ஆற்றல்கொண்டது. படலத்தின் இருபுற அயனிகளின் சமநிலை மாறுபடுவதால்தான் நரம்புத் தூண்டு விசை ஏற்படுகின்றது.

ஒரு நீண்ட நரம்பின் இரு முனைகளிலும் கம்பிகளை இணைத்துக் கம்பிகளுக்கு நடுவில் ஒரு 'மின்னோட்டமானியைப்' (galvanometer) பொருத்தி, நரம்பின் ஒரு நுனியில் தூண்டுதல் கொடுத்தால் தூண்டுதல் கொடுக்கப்பட்ட நுனியின் வழியாகச் செல்லும் மின்சக்தி மின்னோட்டமானியின் 'குறிகோல்' (pointer) மின் எதிர்த் (—) தன்மையைக் குறிக்கிறது. நரம்பின் மறு முனையில் மின்னோட்டமானி இணைக்கப்பட்ட கம்பியை இத் தூண்டுதல் கடக்கும்பொழுது குறிகோல் எதிர்ப்புறம் சாய்ந்து நேர்மின் (+) தன்மையைக் குறிக்கின்றது.



படம் 22 (அ). நரம்புத் தூண்டு விசை

1. நரம்பு இழை 2. நரம்புத் தூண்டுநிலை 3. மின்னோட்டமானி



படம் 22′ஆ). சோடியம் செலுத்தும் விசை

இம்மாதிரியான மின்னூட்ட அளவில் மாறுதல் மூலம்தான் நரம்புத் தூண்டு விசை நரம்பின்மூலம் எடுத்துச் செல்லப்படுகிறது என்று 1840ஆம் ஆண்டு டுபோய் ரெய்மான்ட் (Dubois Reymond) என்பவர் சோதனைமூலம் தெளிவுபடுத்தினார். மேற்கூறிய சோதனை மூலம் (படம் 22) நரம்பு தூண்டப்பட்ட நுனியில் எதிர்மின் (—) தன்மையும், மறு நுனியில் நேர்மின் (+) தன்மையும் இருப்பதைக் காணலாம்.

ஏ.எல். ஹாட்கின் (A.L. Hodgkin), ஏ.எப். அக்ஸ்லி (A.F. Huxely) எனும் இரு விஞ்ஞானிகள் 'தலைக்காலி' (cephalopoda) ஒன்றின் பெரிய நரம்பினுள் 'மின் வாய்களை' (electrodes), ஆக்ஸான் பாகில் (axon jelly) நுழைத்து நரம்புத் தூண்டு விசை நடக்கும் சமயத்தில் ஏற்படும் மின் மாற்றத் தன்மையைக் கண்டு அறிந்தனர். நரம்பு இழையினுள் அடங்கியுள்ள ஆக்ஸான் பாகில், குறைந்த அளவு சோடியம் குளோரைடு அயனிகளும், அதிக அளவில் பொட்டாசியம் அயனிகளும் இருக்கின்றன. ஆனால், அதன் வெளிப்புறத்தில் சோடியம் குளோரைடு அயனிகள் அதிகமாகவும், பொட்டாசியம் அயனிகள் குறைவாகவும் உள்ளன. சுருங்கக் கூறின், நரம்பைச் சுற்றியுள்ள படலத்தின் வெளிப்புறத்தில் அதிக அளவில் சோடியம் அயனிகளும் உட்புறத்தில் பொட்டாசியம் அயனிகள் அதிக அளவிலும் இருக்கின்றன. அயனிகளின் எண்ணிக்கை மாற்றத்தினால்தான் படலத்தின் வெளிப்புறம் நேர்மின் (+) தன்மை கொண்டும், உட்புறம் எதிர்மின் (—) தன்மை கொண்டும் இருக்கின்றன

நரம்பின் ஒரு முனையைத் தூண்டுதல் தாக்க நரம்பு சுற்றுப் படலத்தின் சோடியம் அயனிகளுக்கு ஊடுபுகுந்தன்மை தற்காலிகமாக ஏற்படுகின்றது. படலத்தின் வெளிப்புறத்தில் அவைகள் அதிகக் கணக்கில் அமைந்துள்ளதால் சோடியம் அயனிகள் படலத்தில் ஊடுருவி உட்செல்கின்றன. இதனால் படலத்தின் உட்புறம் எதிர்மின் (—) தன்மை குறைக்கப்பட்டு, நேர்மின் (+)

தன்மை தோன்றுகிறது. அதே சமயம் அத் தூண்டுதல் ஏற்பட்ட இடத்தில் படலத்தின் வெளிப்புறம் எதிர்மின் (—) தன்மை உண்டாக்கப்படுவதால் படலத்தின் இருபுறத்திலும் மின் அயனிகள் ஒரே சமநிலையில் இருக்கின்றன. தூண்டப்பட்ட இடத்திலிருந்து எதிர்மின் அயனிகள் முன்னேற நரம்புத் தூண்டு விசை நரம்பின் மூலம் எடுத்துச் செல்லப்படுகிறது. எதிர்மின் (—) அயனிகள் முன்னேற அவைகளின் பின்னாலேயே நேர்மின் (+) அயனிகள் அவைகள் விட்ட இடத்தைப் பிடித்துக்கொள்கின்றன. சோடியம் அயனிகள் உள்நோக்கிச் செல்லும் தன்மைக்கு சோடியம் செலுத்தும் விசை (sodium pump) என்று பெயர். நரம்புத் தூண்டு விசை மறைந்தவுடன் படலத்தின் அதிகமான சோடியம் அயனிகள் வெளித் தள்ளப்படுகின்றன. இவைகளுடன் சிறிதளவு பொட்டாசியம் அயனிகளும் வெளியே உந்தப்பட்டு, படலத்தின் ஆரம்ப நிலையிலுள்ள இருபுற மின் அயனிச் சமநிலை மறுபடியும் நிலை நாட்டப்படுகின்றபடியால் நரம்பு அடுத்த தூண்டு விசைக்குத் தயாராக அமைகின்றது.

நரம்புத் தூண்டு விசை நரம்பின் தூண்டப்பட்ட நுனியிலிருந்து எதிர்நுனிக்கு எடுத்துச்செல்லப்படும் முறையை எளிய எடுத்துக் காட்டின்மூலம் நிரூபிக்கலாம். இதை ரால்ஃப் லில்லி (Dr. Ralph Lillie) என்பவர் ‘லில்லியின் இரும்புக் கம்பி மாதிரிப் படிவம்’ (Lillie's iron wire model) எனும்எளியதொரு பரிசோதனையின்மூலம் நரம்புத் தூண்டுவிசை நரம்பின்மூலம் செல்லும் தன்மைக்கு எடுத்துக்காட்டாக அமைத்தார். இரும்புக் கம்பியை அடர் நைட்ரிக் அமிலத்தில் (con. nitric acid) இட்டால் அக்கம்பியின் வெளிப்புறத்தில் இரும்பு ஆக்ஸைடு உறையாக மூடிக்கொள்கிறது. கம்பியின் ஒரு நுனியில் இரும்பு ஆக்ஸைடைச் சிறிதளவு சுரண்டிவிட்டால் அதில் இரும்புக்கம்பி வெளித் தெரிகிறது. இதை நீர்த்த நைட்ரிக் அமிலம் (dilute nitric acid) கொண்ட கண்ணாடிக் குழலில் வைத்தால் சுரண்டப்பட்ட இடத்தில் ‘நுரைத்துப் பொங்குதல்’ (effervescence) உண்டாகி, அங்கு இரும்பு ஆக்ஸைடு தோன்றி அதன் முன்புறத்தில் ஆக்ஸைடு நீக்கப்பட்டு அதன்பின் உண்டாக்கப்பட்டு, கம்பியின் மறுமுனைக்கு இந்தக் கொதி வேகமாக ஆக்ஸைடு நீக்கம் மறுதோற்றம் செய்யப்பட்டபின் செல்கிறது. இதேபோல் தூண்டப்பட்ட இடத்தில் இருந்து எதிர்மின் அயனிகள் (—) தூண்டப்பட்ட நரம்பு மூலையிலிருந்து வேகமாக மறுமுனைக்குச் சென்று அவைகளைத் தொடர்ந்து நேர்மின் அயனிகள் (+) அவைகளின் இடத்தைப் பிடித்துக்கொள்கின்றன. நரம்புத் தூண்டுவிசை மறுமுனையை அடைந்தவுடன் படலத்தின் இரு புறங்களிலும் அயனிகள் ஆரம்ப நிலையை நிறுவிக்கொள்கின்றன.

நரம்புத் தூண்டு விசையின் விரைவளவு (Velocity of Nerve impulse)

நரம்பின் மூலம் தூண்டுவிசை வெகுதுரிதமாக எடுத்துச் செல்லப்படுகிறது. பாலூட்டிகளின் மையலின் உறை கொண்ட நரம்பு இழைகளில் வினாடிக்கு 100 மீட்டர் தூரம் தூண்டுவிசை வேகமாகச் செல்கின்றது. மையலின் உறை அற்ற நரம்புகளின் வேகம் குறைவாக உளது. நண்டின் மையலின் உறை அற்ற நரம்பின்மூலம் வினாடிக்கு 3 மீட்டர்கள்தான் செல்கின்றது. கூடுதல் குறுக்களவு நரம்புகளில் வேகம் அதிகமாகவும் குறைந்த குறுக்களவு உள்ள நரம்பின் வேகம் குறைவாகவும் இருக்கின்றன. மேலும் வேகமாகச் செல்லும் பிராணிகளில் தூண்டுவிசை அதிவேகமாகவும், மெதுவாகச்செல்லும் பிராணிகளில் தூண்டுவிசை குறைந்த வேகத்திலும் நரம்புமூலம் செல்கின்றன. வினாடிக்குப் பாலூட்டிகளில் 100லிருந்து 150 மீட்டரும், பாம்புகளில் 10லிருந்து 30 மீட்டரும், நத்தையில் 4 மீட்டரும் நரம்புத் தூண்டுவிசை நரம்பின் மூலம் செல்கின்றது.

ஒரு நரம்பின் நுனியில் தூண்டப்பட்டு அந்த நரம்பின்மூலம் நரம்புத் தூண்டுவிசை மறுநுனிக்குச் சென்று மறைகிறது. ஒரு தூண்டு விசை நரம்பின்மூலம் சென்று மறைந்தபின் சிறிது கால அளவுக்கு அதே நரம்புமூலம் இரண்டாவது தூண்டுவிசை உண்டாக்கமுடியாது. ஒரு தூண்டுவிசைக்கும் மறுவிசைக்கும் நடுவே நரம்பு இயங்காத காலஅளவை முற்றிலும் வசப்படுத்த முடியாத காலப்பகுதி (absolute refractory period) என்கிறோம். தவளையின் நரம்பிற்கு இக்காலப் பகுதி 0·002லிருந்து 0·003 விநாடிகள் வரையும், பாலூட்டிகளில் இது 0·001 விநாடியுமாக இருக்கிறது.

தொகுப்பு 3

தசையின் இயக்கம்

பிராணியின் உடலில் தினந்தோறும் பல இயக்கங்கள் நடைபெறுகின்றன. இவ்வியக்கங்கள் தசைகளினால் ஏற்படுகின்றன. தசைகளில் பல தசைச் செல்கள் அமைந்திருக்கின்றன. ஒவ்வொரு தசைச் செல்லும் இழைபோல் நீண்டிருப்பதால் இதற்குத் 'தசை இழை' (muscle fibre) எனப் பெயர். தசை இழைகளின் அமைப்பு, தன்மை, பண்பு இவைகளை வைத்துத் தசைகளை மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

(1) கோடிட்ட தசை (striped muscle)

(2) கோடற்ற தசை (unstriped muscle)

(3) இதயத் தசை (cardiac muscle)

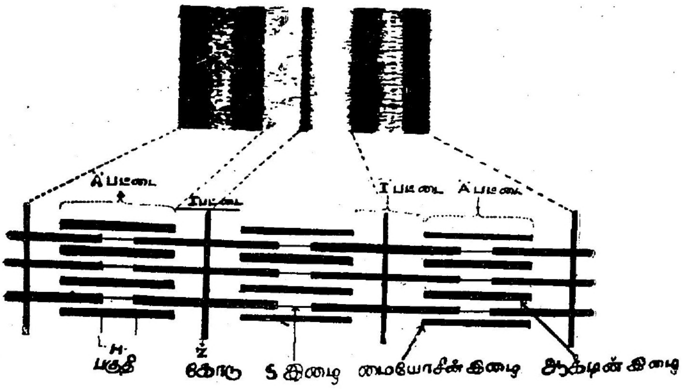
இவற்றில் இதயத்தசையின் அமைப்பு, தன்மை, இயக்கம்பற்றி முன்பே பார்த்திருக்கிறோம். உடலின் பல பெரும் இயக்கங்கள் நடத்துவன கோடிட்ட தசைகள் தான்.

கோடிட்ட தசையின் அமைப்பு

இத்தசையின் செல்லானது நீண்டு குழல்போன்று இருக்கிறது. இது நுண் கருவியின் மூலம்தான் தெரியும் அளவு கொண்டது. ஒவ்வொரு கோடிட்ட தசையின் செல்லின் வெளிப்புறத்தில் 'சார்க்கோலம்மா' (sarcolemma) என்ற உறை இருக்கிறது தசை நாரினுள் இருக்கும் திரவத்திற்குத் 'தசை நார்மம்' (sarcoplasm) எனப் பெயர். ஒவ்வொரு தசை இழையிலும் சார்க்கோலம்மாவிற்குக் கீழ்ப்புறமாகப் பல 'ந்யூக்ளியஸ்கள்' இருக்கின்றன. ஒவ்வொரு தசை நாரும் 1 முதல் 40 m m. நீளமும் 0·01 முதல் 0·1 m.m. குறுக்களவும் கொண்டது. தசை நார்மத்தில் 'தசை நுண் இழைகள்' (myofibrils) எனும் கோடுகள் இருப்பதால் தான் தசைநார் கோடிட்ட அமைப்பாகத் தெரிகின்றது. தசை நுண் இழைகள் தசை நாரில் மாற்றி மாற்றி அமைக்கப்பட்ட நிறம் மிகுந்த பாகமாகவும், நிறம் குறைந்த பாகமாகவும் அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. நிறம் மிகுந்த பாகத்தை 'அனிசோட்ரோபிக் பட்டைகள்' (anisotrophic bands) இவற்றைச் சுருக்கமாக 'A, பட்டை என்றும், குறை நிறம் கொண்ட கோட்டினை 'ஐஸோட்ரோபிக் பட்டைகள்' (isotrophic bands) அல்லது 'I' பட்டை என்றும் பெயர் கொடுத்திருக்கிறார்கள். 'I' பட்டையின் மையத்தில் ஒரு 'Z' கோடு குறுக்காக ஓடுகின்றது. இந்த 'Z' கோடு தசை நுண் இழைகளைத் தசை நுண் துண்டுகளான சார்க்கோமியராகப் (sarcomere) பிரிவுபடுத்துகின்றது. 'A' பட்டையின் நடுவில் அடர்த்தி குறைந்த 'H' பகுதி உள்ளது. 'A' பட்டையில் பருத்த இழைகளும், 'I' பட்டையில் மெல்லிய இழைகளும் அமைந்திருப்பதால்தான் இவ்விரு பட்டைகளில் நிறவேற்றுமை காணப்படுகின்றது.

தசை இழை முழுவதும் தொடர்ச்சியான மெல்லிய 'ஆக்டின் இழைகள்' (actin filaments) இருக்கின்றது இவை 'I' பட்டை இருக்கும் இடத்தில் குறுக்குக் கோடான 'Z இழையினால் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன 'H' பகுதியில் ஆக்டின் இழை மெல்லிய 'S' இழையினில் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றது. ஆக்டின் இழைகளுக்கு நடுவே 'மையோசின் (myosine) எனும் இழைகள் அமைந்துள்ளன. இவை அடுத்தடுத்து இருக்கும் 'Z' கோடுகளுடன் இணையாமல் தனித்தமைந்திருக்கின்றன. இதன் காரணம்

கொண்டுதான் தசை இழை சுருங்கும்பொழுது ஆக்டின் இழையும் மையோசின் இழையும் ஒன்றினுள் ஒன்று செருகப்படும் தன்மை



படம் 23. கோடிட்ட தசை இழை நுண் அமைப்பு

கொண்டிருக்கின்றன. ஆக்டின் இழை நீளத்தின் குறைவினை உண்டாக்குதற்கு நடுவேயுள்ள மெல்லிய 'S' இழை பயன்படுகின்றது.

பல கோடிட்ட தசை நார்கள் சிறு கூட்டமான 'ஃபாஸிகுலஸாக' (fasciculus) அமைந்து பல ஃபாஸிகுலி (fasciculi) இணைந்து ஒரு பெரும் தசையாக அமைந்திருக்கின்றது. பெரும் தசையின் இரு நுனிகளையும் 'தசை நாண்கள்' (tendons) எலும்புடன் இணையச் செய்கின்றன. இவ்வகைக் கோடிட்ட தசை எலும்புடன் இணைக்கப்பட்டிருப்பதால் இவற்றிற்கு 'எலும்புத்தசைகள்' (skeletal muscles) எனவும் பெயர். இத்தசைகளை நம் விருப்பத்திற்கு இணங்க, நீட்டவோ, சுருக்கவோ செய்யமுடியும் என்பதால் இவற்றை 'இயக்கு தசைகள்' (voluntary muscles) எனவும் கூறுகின்றோம். இதன் சுருக்கம் விரைவாகவும் ஓர் அளவுடனும் இருக்கின்றது.

தசையின் வேதியியல் இணை பொருள்கள்

தசையில் 75 சதவிகிதம் தண்ணீரும், 20 சதவிகிதம் புரதப் பொருள்களும், மற்ற 5 சதவிகிதம் தாதுப் பொருள், மற்றும் அங்ககப் பொருள்களான குளுகோஸ், கொழுப்புப் பொருள்கள் முதலியனவும் இருக்கின்றன. தாதுப் பொருள்களில் அதிக அளவு பொட்டாசியமும், குறைந்த அளவு பாஸ்பரஸ், சோடியம், கால்

சியம் முதலியவையும் உள்ளன. தசையில் நைட்ரஜன் கொண்ட பொருள்களாக 'கிரியாடின்' (creatine), 'பாஸ்போ கிரியாடின்' (phospho creatine), 'அடினோஸின் ட்ரை பாஸ்பேட்' (adenosine tri-phosphate) முதலியவைகள் தசைச் சுருக்கத்திற்கு முக்கிய மானவை. தசையில் முக்கியமான புரதப் பொருள்கள் மையோஸினும் ஆக்டினும். இவை இரண்டும் இணைந்த தன்மைக்கு ஆக்டினோமையோஸின் (actino myosine) எனப் பெயர். இது தான் தசைச் சுருக்கத்திற்கு இன்றியமையாததொன்றாகும். தசையில் ஹீமோக்ளோபினைப் போன்றதொரு சிவப்பு நிறமி இருக்கின்றது. அதற்குத் 'தசை ஹீமோக்ளோபின்' (myoglobin or muscle haemoglobin) எனப்பெயர்.

தசைச் சுருக்க வேதியியல் மாற்றம்

நரம்பின்மூலம் தசைக்குத் தூண்டுதல்கள் எடுத்துச் செல்லப் பட்டதும் தசை விரைவாகச் சுருங்கத் தொடங்குகின்றது. தசை இழைகளில் ஆக்டின், மையோசின் என இரு புரதப் பொருள்கள் இருக்கின்றன என்பதைத் தசையின் அமைப்பில் அறிந்து கொண்டோம். இவ்விரு பொருள்களும் ஒன்றையொன்று அடுத் தடுத்துச் செருகப்படும்சமயம் தசை சுருங்குகின்றது. தசைச் சுருக்கத்திற்குத் தேவைப்படும் சக்தியைக் கடைசி நிலையில் கிளை கோஜன் அளித்தாலும், உடனடிச் சுருக்கத்திற்கு வேண்டிய சக்தியை ATP. தான் அளிக்கிறது.

தசைச் சுருக்கத்திற்கு மிகப் பயன்படக்கூடிய பொருள்களான அடினோஸின் ட்ரை பாஸ்பேட், பாஸ்ஃபோஜன், தசை கிளை கோஜன், சில தாது உப்புக்கள் முதலியவை தசையிலேயே இருக் கின்றன.

அடினோஸின் பாஸ்பேட் எனும் உயர் சக்தி கொண்ட வேதியியல் பொருளில் அடினைலிக் அமிலமும் (adenilic acid), மூன்று கூட்டணு பாஸ்பாரிக் அமிலமும் இருக்கின்றன. இப் பொருள் உடன் பிரிவுபட்டு அனங்ககப் பாஸ்பேட் பொருள்களை வெளியிட்டு அடினோஸின் டை பாஸ்பேட்டாக மாறுகின்றது.

ATP → ADP + ന (P) + Energy

ATP பிரிவுபட்டு ADPயாக மாறும்பொழுது வெளியிடப்பட்ட சக்திதான் தசைச் சுருக்கத்திற்கு உடனடியாகப் பயன்படுகிறது. அடுத்துத் தசைச் சுருக்கத்திற்கு ATPயைத் திரும்பவும் பெற்று நிலை நிறுத்தப்படல் வேண்டும்.

ATP திரும்ப மீட்டுப் பெறத் தசையிலிருக்கும் பாஸ்ஃபோஜன் எனும் கிரியாடின் பாஸ்பேட் (creatire phosphate) பொருள் மாற்றமடைகின்றது. இதன் மாற்றத்தால் பாஸ்பேட் பொருள் கிரியாடினிலிருந்து விடுபடும் நேரம் சக்தி வெளியிடப்படுகின்றது

கிரியாடின் பாஸ்பேட் → கிரியாடின் + பாஸ்பேட் + சக்தி

இப்பிரிவின்பொழுது தோன்றிய பாஸ்பேட் வெளியிடப்பட்ட சக்தியின் உதவியால் ADP உடன் இணைந்து ATP யாக மீட்கப் படுகிறது.

ADP + phosphate + Energy → ATP

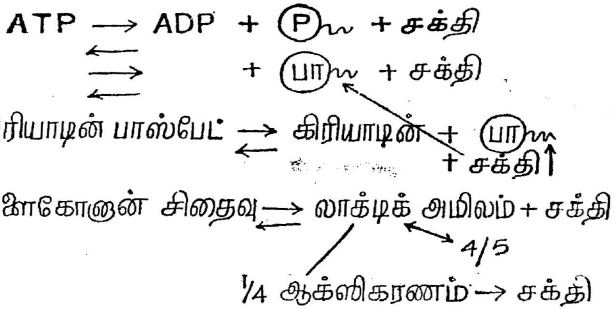
அடுத்த தசைச் சுருக்கத்திற்குக் கிரியாடின் பாஸ்பேட் மறுபடியும் பழைய நிலையில் மீட்கப்படவேண்டும். இதற்காகத் தசைகிளைகோஜன் 'எம்டன் மேயர் ஹாப் வழி' மூலம் (Embden-Meyor half path) தரசப் பொருள் வளர்சிதை மாற்ற அத்தியாயத்தில் விவரிக்கப்பட்ட கிளைகோஜன் சிதைவு முறையின்படி படிப்படியாக குளுகோஸ்-6-பாஸ்பேட் ஃப்ரக்டோஸ்-6-பாஸ்பேட் போன்ற பொருள்களாகச் சிதைந்து, இறுதியில் புளித்த பாலில் தோன்றும் அமிலமான 'லாக்டிக் அமிலமாக' (lactic acid) மாறுகின்றது. கிளைகோஜன் சிதைவு அடையும்பொழுது வெளிப்படும் சக்தி கிரியாடினைப் பாஸ்பேட்டுடன் இணையச்செய்து பாஸ்போ கிரியாடினுக மாற்ற உதவுகின்றது.

கிளைகோஜன் சிதைவு → லாக்டிக் அமிலம் + சக்தி கிரியாடின் + சக்தி + பாஸ்பேட் → பாஸ்போகிரியாடின்

ADP, ATPயாக மாறுதலடைந்ததும், கிரியாடின் பாஸ்பேட், கிரியாடினுகவும் பாஸ்பேட்டாகவும் மாறுதலடையும்பொழுது, கிளைகோஜன் லாக்டிக் அமிலமாக மாறுதலடையும் நேரத்திலும் சக்தி வெளிப்படுத்தப்பட்டு வந்தது. இச்சக்தி வெளியீடு ஆக்ஸிஜன் அற்ற நிலையிலேயே வெளிப்படுத்தப்பட்டமையால் இம்முறையைக் காற்றற்ற நிலையில் சக்தி வெளியீடு எனக் கூறலாம்

கிளைகோஜன் சிதைவில் கடைசிப் பொருளாகத் தோன்றிய லாக்டிக் அமிலத்தில் 1/5 பங்கு ஆக்ஸிகரணமடைந்து கரியமில வாயுவும், தண்ணீரும் கழிவுப் பொருளாகத் தோன்றி, ஆக்ஸிகரணத் தன்மையால் சக்தி வெளிப்படுத்தப்படுகிறது. இவ்வாறு வெளிப்பட்ட சக்தி எஞ்சியிருக்கும் 4/5 லாக்டிக் அமிலத்தைக் கல்லீரலிலும், தசையிலும் கிளைகோஜனுக மாற்றி அமைக்கப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. லாக்டிக் அமிலம் சக்தி வெளிப்படுத்தும் தன்மை ஆக்ஸிகரணத்தின்மூலம் நடைபெறுவதால் இதைக் 'காற்றுள்ள சக்தி வெளியீட்டு முறை' எனக் கூறலாம்.

தசைச் சுருக்கம் நடைபெறக் 'காற்றற்ற' (anaerobic), 'காற்றுள்ள' (aerobic) முறை இரண்டும் சக்தியை வெளிப்படுத்தப் பயன்படுகின்றன. இவ்வேதியியல் மாற்றத்தில் வெளிப்படுத்தப் பட்ட சக்திக்குச் சேதமடையும் பொருள் கிளைகோஜன் சிதைவில் தோன்றிய 1/5 லாக்டிக் அமிலம்தான். ஏனெனில் இந்நிகழ்ச்சியில் பங்குபெறும் மற்ற எல்லாப் பொருள்களும் சிறிதளவுகூடச் சேத மடையாமல் திரும்பவும் தங்களின் முன்னிலைக்கு மாற்றப்படு கின்றன. ATP → ADP ஆகத் துரிதமாகப் பிரிவுபடுத்த 'அடினோ சின் ட்ரைபாஸ்பேட்ஸ்' (adenesin triphosphotase) எனும் என்ஸைம் மிகவும் பயன்படுகிறது. தசைச் சுருக்கத்தின்போது அந்நிகழ்ச்சியில் பங்கு கொண்ட பொருள்களில் ஏற்படும் வேதி யியல் மாற்றத்தைச் சுருக்கமாகக் கீழ்க்கண்டவாறு தெரிந்து கொள்ளலாம்.

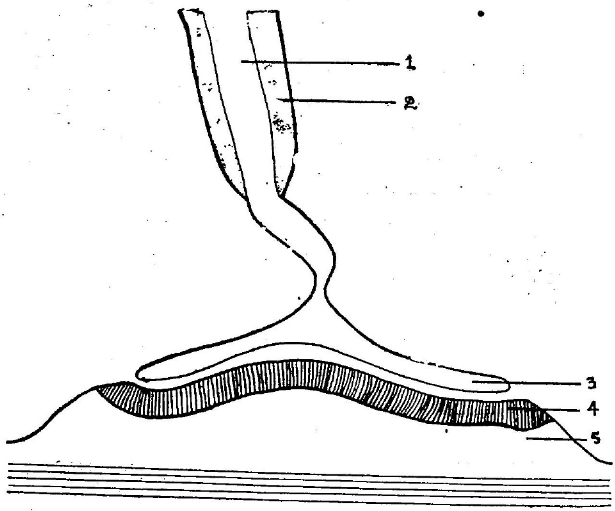


தொகுப்பு 4

தசை நரம்பு இணைப்பு

தசைகள் இயல்பட அவைகளுக்கு நரம்புகள் மூலந்தான் தூண்டுதல் செலுத்தப்படல் வேண்டும். இயங்கு நரம்புகள் (motor nerves) சிறுசிறு கிளைகளாகப் பிரிவுபட்டு, அவைகளின் முடிவு நுனி இழைகள், தசைநாரின்மேல் முடிவடைகின்றன. தசை நாரைத் தொட்டிருக்கும் நரம்பு நுனி பரந்து அகன்ற தட்டாக அமைந்துள்ளது. அப்பரந்த நரம்பு நுனிப்பாகத்தையடுத்துத் தசைச் செல்லில் 'இயக்க நுனித் தட்டு' (motor end plate) எனும் பாகம் இருக்கின்றது. நரம்பின் நுனி அகன்ற பாகத்திற்கும், தசை இயக்க நுனித் தட்டிற்கும் உடனடித் தொடர்பு அற்று, அவை இணையும் இடத்தில் ஒரு 'நரம்புத் தசை இணைப்பு', '(neuro motor junction) எனும் இடைவெளி இருக்கின்றது.

'தசைகள் வெப்பத் தூண்டுதல்' (thermal), 'மின் தூண்டுதல்' (electrical), வேதியியல் தூண்டுதல் போன்ற பல்வகைத் தூண்டுதல்களுக்குத் தக்கவாறு சுருங்குகின்றன.



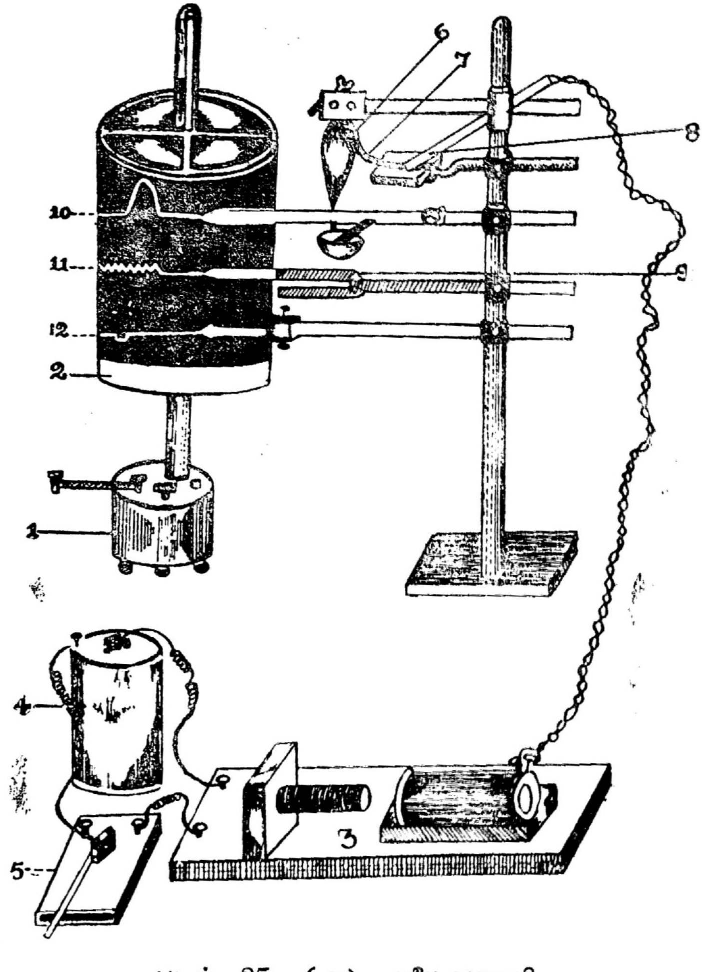
படம் 24. தசை நரம்பு இணைப்பு

1. ஆக்ஸான் 2. மையலின் உறை 3. ஆக்ஸான் இறுதி நுனி
4. இயக்க நுனித் தட்டு 5. தசை நார்

தசைச் சுருக்கம் நரம்பின்மூலம் எடுத்துவரும் தூண்டுதலால் நடைபெறும் தன்மையை எளிய சோதனைமூலம் அறிந்து கொள்ளலாம். தசை இயக்கத்தின் பருவத்தில் அது சுருங்குவதற்கு எடுத்துக்கொள்ளும் கால அளவையும், விரிவடைந்து பழைய நிலையை அடைய அது எடுத்துக்கொள்ளும் கால அளவையும் 'சுழல் வட்டுருளைச் சோதனை'மூலம் (drum experiment) தெரிந்து கொள்ளலாம். இச்சோதனைக்கு 'அலைவரைவி' (kymograph) எனும் கருவி பயன்படுத்தப்படுகிறது.

தனிப்பட்ட தசையின் இயக்கக் கால அளவைத் தெரிந்து கொள்ளச் சாதாரணமாகத் தவளையின் 'கீழ்க்கால் தொங்கு தசை' (calf muscle) பயன்படுத்தப்படுகிறது. தவளையின் கீழ்க்கால் தொங்கு தசையின் மேற்புறத் தசை நாணுடன் இணைக்கப் பட்டிருக்கும் சிறிதளவு தொடை எலும்புடனும், தசையில் செல்லும் சையாடிக் (sciatic) நரம்புடனும் தசையைப் பிரித்தெடுத்தல் வேண்டும்.

அலைவரைவி (Kymograph)



படம் 25. (அ) அலை வரைவி

1. கடிகாரப் பொறி அமைப்பு 2. வட்டுருளி
3. அசைநிலை மின்வாய் 4. மின்கலம் 5. மின்விசை மாற்று
6. கீழ்க்கால் தொங்கு தசை 7. சையாடிக் நரம்பு 8. மின்வாய்
9. இசைக் கவை 10. தசைச் சுருக்க வரைகோடு
11. கால அளவு வரைகோடு 12. மின்னோட்டக் குறிகோடு

இந்த ஆய்வுக் கருவியில் ஓர் இரும்பு வெட்டுருளை இருக்கின்றது. இந்த உருளையின் மையத்தில் ஒரு நீண்ட அச்சுக் கம்பி உருளையுடன் நன்கு இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றது. இவ்வச்சுக்

கம்பியின் கீழ் நுனி ஒரு கடிகாரப் பொறியமைப்புடன் (clock work) இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இப்பொறியை இயங்கச் செய்தால், அச்சுக் கம்பி சுழன்று அத்துடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும் உருளையையும் சுழலச் செய்கின்றது. இவ்வுருளையின்மேல் கரி படிந்த காகிதம் ஒட்டப்பட்டிருக்கின்றது. இவ்வுருளைக் கரி காகிதத்தை மூன்று குறிகோல்களின் முனைகள் மெதுவாகத் தொட்டுக் கொண்டிருக்கின்றன. அடிப்புறக் குறிகோல் மின் ஆற்றல் செலுத்தத்தைக் குறிக்கும் 'சமிக்ஞை'யாகப் (signal) பயன் படுகிறது. நடுக் குறிகோலுடன் 'இசைக் கவை' (tuning fork) இணைக்கப் பட்டிருக்கின்றது. மேல்புறக் குறிகோலில் சரிசம எதிர் எடை கட்டப்பட்டிருப்பதால் எளிதில் அசையும் தன்மை கொண்டிருக்கிறது. இக்குறிகோல்தான் தசைச் சுருக்கம், விரிவுபடும் தன்மை முதலியவற்றை வரைகோடு வாயிலாகத் தெரியப்படுத்து கிறது. இக் குறிகோலுடன் முன்னமேயே பிரித்தெடுக்கப்பட்ட தவளையின் கீழ்க்கால் தொங்கு தசையின் கீழ்ப்புறத் தசைநாண் இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இத்தசையின் எலும்புத் துண்டுடன் இணைக்கப்பட்ட மேல் நுனி அசையாக் கம்பியுடன் நன்கு இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. தசையில் செல்லும் ஸையாடிக் நரம்பின் நுனி ஒரு 'மின்வாயுடன்' (electrode) தொடர்பு கொள்ளுமாறு அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது.

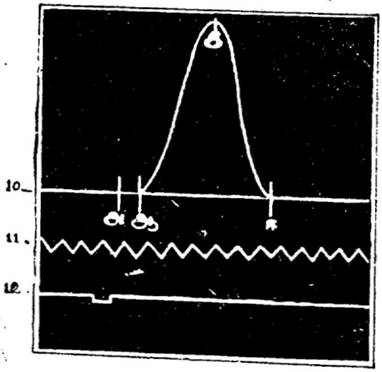
மின் வாயிலிருந்து மின்கம்பிகள் அனுக்க நிலை மின்வாய்க் கருவியுடன் (inductorium) இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இக்கருவியில் இரு கம்பிகள் சுற்றப்பட்ட உருளைகள் உள்ளன. அதில் ஒன்று சிறியதாகவும், அதன் கம்பிச்சுருளை 'முதல்சுருள்' (primary coil) என்றும், இரண்டாவது உருளை பெரியதாகவும் அதில் சுற்றப் பட்டிருக்கும் கம்பிச்சுருளை 'இரண்டாவது சுருள்' (secondary coil) என்றும் பிரிவுபடுத்துகிறோம். இரண்டாவது சுருளையிலிருந்து தான் மின்வாய்க்கு மின்கம்பிகள் எடுக்கப்பட்டிருக்கின்றன. முதற் சுருள் ஒரு மின் கலத்துடன் (battery) இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இவ்விணைப்பின் இடையே ஒரு 'மின்விசை மாற்று' (switch) இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இசைக்கவையைத் தட்டிவிட்டுக் கடிகாரப் பொறி அமைப்பை இயங்கச் செய்யவும் உருளை சுழன்று கொண்டு இருக்கின்றது. இக் கருவி தசைச் சுருக்கச் சோதனைக்கு உபயோகிக்கும் தன்மையில் அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றது.

மின்விசை மாற்றை அழுத்தி விடுவிக்க மின்ஓட்டம் ஏற் படுத்தப்பட்டு உடன் நிறுத்தப்படுகின்றது. இம்மின் ஓட்டம் அனுக்க நிலை மின்வாய்க் கருவியின் முதல் சுருளில் பாய்கிறது. முதல் சுருள் கொண்ட உருளையை இரண்டாவது சுருள் கொண்ட உருளையினுள், உள்ளும் புறமும் மின்அளவைத் தேவைக்கேற்பச்

செலுத்த, மின்னேட்டம் முதல் சுருளையிலிருந்து வெளியேறி இரண்டாவது சுருளைக்குத் தாவி, மின்கம்பியின்மூலம் மின் வாயை அடைகின்றது மின் வாயில் தசையுடன் தொடர்பு கொண்ட ஸையாடிக் நரம்பு இணைக்கப்பட்டிருப்பதால் இம்மின்னேட்டம் ஸையாடிக் நரம்புமூலம் எடுத்துச் செல்லப்பட்டு, அதன் இழை களின் வாயிலாகத் தசைநார்களுக்குச் செலுத்தப்படுகின்றது. இவ்வகை மின்னேட்டத் தூண்டுதலால் எல்லாத் தசை நார்களும் உடனடியாகச் சுருங்க மேல்புறக் குறிகோல் மேற்புறமாக இழுக்கப் படுகிறது. அதன் நுனி கரிபடிந்த காகிதத்தைத் தொட்டுக் கொண்டிருப்பதால் அது மேல்நோக்கி இழுக்கப்படும் பொழுது கரி அகற்றப்படுவதால் ஒரு வெண்மையான கோடு தென் படுகிறது. மின்னேட்டம் நிறுத்தப்பட்டவுடன் தசை இழைகள் தங்களின் இயல்பான நிலையை அடையும்பொழுது கீழ்க்கால் தொங்கு தசை நீண்டு, தன் சமநிலையை அடைய அத்துடன் இணைக்கப்பட்ட குறிகோல் கீழ்நோக்கிச் செல்வதன்மூலம் உருளையின் கரிபடிந்த காகிதத்தில் கீழ்நோக்கிச் செல்லும் வெள்ளைக் கோட்டை ஏற்படுத்துகின்றது. இக் காகிதக் குறி ஏற்படுத்தும் சமயத்திலேயே இரண்டாவது குறிகோல் சமமான வளைவுகோடுகளை உண்டாக்குகின்றது. இவை கால அளவைக் குறிக்கும் கோடுகள் (time mark). கீழே உள்ள குறிகோல் எப்பொழுது மின் ஓட்டம் செலுத்தப்படுகிறது என்பதைக் குறிக்கும் கோடுகளைத் தோன்றச் செய்கின்றது.

இவ்வாறு இரண்டு, மூன்று முறைகள் மின்னேட்டத்தைத் தசைக்குச் செலுத்தி, உடன் துண்டித்து, கரிபடிந்த காகிதத்தில் கோடுகளை ஏற்படுத்திப் பின்னர் இக்காகிதத்தை உருளையிலிருந்து பிரித்தெடுத்து வரைகோடு படத்தை ஆராயலாம். வரைகோடு படத்தில் (படம் 25ஆ) மூன்று வரிசை வெண்மைநிறக் கோடுகள் ஒன்றன்கீழ் ஒன்ருக இருப்பதைக் காணலாம். மேலேயுள்ள கோடு தசைச் சுருக்கத்தைத் தெளிவுபடுத்தும் கோடு; நடுக்கோடு கால அளவைக் குறிக்கும் கோடு; கீழ்க்கோடு மின்னேட்டம் ஏற்பட்டபொழுது ஏற்படுத்தப்பட்ட கோடு. நடுக்கோட்டில் சரிசம அளவில் மேலும் கீழும் செல்லும் கோடுகள் இசைக் கவையினுல் ஏற்படுத்தப்படுகின்றன. இசைக் கவையின் 'அலை அதிர் வெண்' (frequency) கணிக்கப்பட்டிருப்பதால் இசைக்கவை ஏற்படுத்திய ஒவ்வொரு கோடும் எவ்வளவு கால அளவைக் குறிக்கின்றது என்று நிர்ணயிக்கலாம். மற்ற இரு கோடுகளுடன் இக் கால அளவினைக் கொண்டு தசைச்சுருக்க நிகழ்ச்சியின் காலவரம்பைத் தெரிந்து கொள்ளலாம் மேல்கோடான தசைச் சுருக்க விரிவுக்கோடு கீழிருந்து மேலே சென்று, பின்னர்க் கீழ்நோக்கிச் செல்வதைக்

காணலாம். மின்னேட்டம் ஏற்படுத்திய நிலையை அ' என்று குறித்து, தசைசுருங்க ஆரம்பிக்கும் தருணத்தை ஆ' என்று



படம் 25. (ஆ)

அலை வரைவி வரைப்படம்

10. தசைச்சுருக்க வரைகோடு

அ.ஆ. வேதியியல் மாற்றம்

ஆ.இ. தசைச் சுருக்கம்

இ,ஈ. தசை நெகிழ்வு

11. கால அளவு வரைகோடு

12. மின்னேட்டக் குறிக்கோடு

குறித்துத் தசைச்சுருக்கத்தால் தோன்றிய மேல் செல்லும் கோட்டின் உச்சநிலையை 'இ' என்று குறித்து, தசை நீளும் சமயத்தில் கீழ்நோக்கிச் சென்று சரிநிலை அடையும் கோட்டினை 'ஈ' என்றும் குறிக்கின்றோம். இவ்வரைகோட்டின்மூலம் மின்னேட்டம் 'அ' என்ற நிலையில் செலுத்தப்பட்டிருந்தபோதிலும் தசையானது 'ஆ' என்ற நிலையில்தான் சுருங்க ஆரம்பிக்கின்றது. 'அ' விலிருந்து 'ஆ' வரை உள்ள கால அளவு 'உள்ளார்ந்த கால அளவைக்' (latent period) குறிக்கிறது. தவளையின் கீழ்க்கால் தொங்கு தசைக்கு இது 0·01 விநாடியாக இருக்கிறது. இக் குறுகிய காலத்தில்தான் தசையில் வேதியியல் மாற்றம் ஏற்படுத்தப்பட்டு தசைச் சுருக்கம் ஏற்படுகிறது. 'ஆ' விலிருந்து 'இ' வரை குறிக்கும் கோடு, தசை 'சுருங்கும் நிலை'யைக் (contraction phase) குறிக்கிறது. இது 0·04 விநாடிநேரம் எடுத்துக் கொண்டிருக்கிறது. 'இ'யிலிந்து 'ஈ வரை குறிக்கும் கோடு தசை விரிவுபட்டு ஆரம்பச் சமநிலையைக் குறிக்கின்றது. இதற்குத் 'தளர்நிலை' (relaxation phase) எனப் பெயர்; இதற்கு 0·05 விநாடி ஆகின்றது.

தூண்டுதல் கொடுக்கப்பட்ட சமயத்திலிருந்து தசை சுருங்கிச் சாதாரண சமநிலையை அடையும்வரை உண்டான தசை மாற்றத்தில் ஏற்படுத்தப்பட்ட எல்லா நிகழ்ச்சிகளையும் பொதுவாகத் 'தசை வெட்டசைவு' (muscle twitch) எனக் கூறுகிறோம்.

தசைச் சுருக்கத்தின் சில பண்பாடுகள்

பல தூண்டுதல்கள் ஒன்றன்பின் ஒன்ருகக் கூடுதலாக்கப்பட்டுத் தசையினுள் செலுத்தப்பட்டால் தூண்டுதலின் அளவிற்குத் தக்கவாறு தசைகள் வேகமாகச் சுருங்குகின்றன. குறைந்த முதல் தூண்டுதலுக்குக் குறைந்த அளவு சுருக்கமும், அடுத்தடுத்துக் கூடுதலளவுள்ள தூண்டுதல்களுக்கு ஏற்றவாறு தசைச் சுருக்கம் வேகமாகவும் நடைபெறுகின்றது. தசை சுருங்குவதற்குத் தேவையான குறைந்த அளவு தூண்டுதலுக்குத் 'தொடக்க நிலைத் தூண்டுதல்' (threshold or minimal stimulus) என்றும், உயர் அளவு தூண்டுதலுக்கு 'உச்சநிலைத் தூண்டுதல்' (maximal stimulus) என்றும் பெயர்.

ஒரு தூண்டுதலால் சுருங்கிக்கொண்டிருக்கும் தசையில் அது தளர்வு நிலை அடைவதற்கு முன்பே இரண்டாவது தூண்டுதலைச் செலுத்தினுல் அது மேலும் சுருங்குகின்றது. இதைக் 'கூட்டுதல்' (summation) எனக் கூறுகிருேம். இதயத் தசைக்கு இத்தன்மை கிடையாது. இதயத் தசை சுருங்கும் பருவத்தில் இரண்டாவது தூண்டுதலைச் செலுத்தினுல், புதிய தூண்டுதலை அது புறக்கணிக்கிறது.

தசைநார்கள் எப்பொழுதும் சுருங்கிய நிலையிலேயே இருந்து தளர்வடையாத தன்மைக்குத் 'தசைவற்பு' (tetanus) எனப் பெயர்.

ஒரு தசையில் இருக்கும் எல்லாத் தசை நார்களும் ஒன்ருகச் சுருங்குகின்றன; ஒன்ருகவே தளர்வு அடைகின்றன. தசையில் அடங்கிய எல்லா இழைகளும் சுருங்கவும் தளர்ச்சியடையவும் ஒன்ருகவே இயங்குகின்றன. அவ்வாறு இல்லையெனில் அவை இயங்குவது இல்லை. இதற்கு 'எல்லாம் அல்லது யாருமிலர் தன்மை' (all or none principle) எனப் பெயர்.

ஒரு குறிப்பிட்ட தசை ஓய்வில்லாது தொடர்ந்து இயங்கி வந்தால் சிறிதுகால அளவில் அத்தசை இருக்கும் பாகத்தில் வலி தோன்றுகிறது ; அத்தசை இயங்க மறுக்கின்றது. இதற்குக் காரணம் அத்தசை இயக்கத்தால் உண்டாக்கப்பட்டிருக்கும் லாக்டிக் அமிலம் ஆக்ஸிகரணமடையாது தேங்கி இருப்பது தான். இத் தன்மைக்கு 'தசைச் சோர்வு' (muscle fatigue) எனப் பெயர். அத் தசைக்கு ஓய்வு கொடுத்து அப்பகுதியை நன்கு தடவி விடுவதால் லாக்டிக் அமிலம் இரத்தத்துடன் தசையிலிருந்து எடுத்துச் செல்லப்பட்டுத் தசை நன்கு இயங்கும் நிலையினை அடைகின்றது. இதயத் தசைக்குத் தசைச் சோர்வு ஏற்படுவதில்லை ; ஏனெனில் லாக்டிக் அமிலம் தோன்றத் தோன்ற உடனுக்குடன் அது இரத்தத்தின்மூலம் அகற்றப்படுகின்றது.

பகுதி 8

நரம்பு மண்டலம்

நரம்பு மண்டலத்தை,

1. நடுமை நரம்பு மண்டலம் (central nervous system)

2. வெளி நரம்பு மண்டலம் (peripheral nervous system)

3. உள் உறுப்பு நரம்பு மண்டலம் (visceral nervous system)

என மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

1. நடுமை நரம்பு மண்டலம்

இப்பிரிவில் மூளையும் (brain) தண்டுவடமும் (spinal cord) அடங்கியிருக்கின்றன.

தொகுப்பு 1

மூளையின் பாகங்களும் அவைகளின் இயக்கங்களும்

மூளை எனப்படும் நரம்பு மண்டல உறுப்பு நரம்பு மண்டலத்திலேயே மிகப் பெரியதொரு பாகம். வெளி உணர்வுகளைப் பெற்றுக் கொண்டு பல்வேறு இயக்கங்களைக் கட்டுப்படுத்துவதுதான் மூளையின் வேலை. உடல் இயக்கங்கள் எல்லாவற்றிற்கும் இது இன்றியமையாதது என்பதனால் இது நன்கு பாதுகாக்கப்பட இதைச்

சுற்றிலும் கபாலம் (cranium) என்ற எலும்புப் பெட்டி அமைந்துளது.

தாழ்நிலை குழி உடலிகளிலிருந்து உயர்நிலைப் பாலூட்டிகள் வரை பரிணாமப்போக்கு நரம்பு மண்டலத்தில் அமைய ஒன்றன் பின் ஒன்றாக உயர்ந்த தொகுப்புகளில் நரம்புகளின் கூட்டு உடம்பின் முன் நுனியில், தலையினுள் மூளையாக அமைக்கப்பட்டு வந்திருக்கிறது. 'புரோட்டோஸோவா' இனத்தில் நரம்பின் அமைப்புகள் இல்லை. குழி உடலிகளில் சிதறிய நரம்புகளின் நரம்பு இழை இணைப்பு உடலின் வெளித்தோலில் இருக்கத் தட்டைப்புழுக்களில் நரம்புத்திரள் முன்புறம் மூளையாக அமைய இம் மூளை வளைத்தசைப் புழுக்கள் கணுக்காலிகளில் இரு உருளை போலவும் அமைந்துளது. படிப்படியாக மூளையின் அளவு முதுகெலும்புடைய பிராணிகளில் பெரிதடைந்து அதனில் பல பிரிவுகள் உண்டாக்கப்பட்டு, ஒவ்வொரு பிரிவினைக்கும் ஒரு குறிப்பிட்ட இயக்க மேற்பார்வை அமைந்திருப்பதால், பிராணியின் உடலியக்கங்கள் நன்கு நடைபெறுகின்றன.

மனிதனின் மூளை

மனிதனின் மூளை சுமார் 2 கிலோ கிராம் எடை கொண்டது. இது கபாலம் எனப்படும் மண்டை ஓட்டினால் நன்கு பாதுகாக்கப்படுகிறது. இதன் வெளிப்புறத்தில் மெனுன்ஜின் (meninges) எனப்படும் உறை இருக்கின்றது. இது 'பயாமாட்டர்' (piamater), 'டுயூரா மாட்டர்' (duramater) இவை இரண்டிற்கும் இடையே அராக்னாய்டு மாட்டர் (arachnoidmater) என்ற மூன்று படலங்களால் அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றது. மூளையின் வெளிப்புறம் ஒரு பழுப்புப் பொருளாலும் (grey matter) உட்புறம் ஒரு வெண்மைப் பொருளாலும் (white matter) ஆக்கப்பட்டுள்ளது.

மூளையில் (1) பெருமூளை (cerebrum), (2) சிறுமூளை (cerebellum), 3. முகுளம் (medulla oblongata) என மூன்று பெரும் பிரிவுகள் உள்ளன.

பெருமூளை

மனித மூளையில் இதுதான் மிகப் பெரியதொரு பாகம். பரிணாமக் கொள்கைப்படி மீனினத்திலிருந்து பாலூட்டிகள்வரை படிப்படியாக இப்பாகம் தான் பெரிதடைந்து வந்திருக்கின்றது. இதன் வெளிப்புறச் சுவரில் பழுப்புப்பொருள் அதிக அளவில் இருந்து பெருமூளை புறச்சுவராக (cerebral cortex) அமைந்திருக்-

கின்றது. இதன் வெளிப்புறத்தில் பல 'கைரை' (gyri) என்ற மேடுகளும், அவைகளுக்கு இடையே 'சல்ஸை' (sulci) என்ற பள்ளங்களும் இருக்கின்றன. இவ்வமைப்பினுல் மூளையில் கார்டக்ஸ் அதிக பரப்புக் கொண்டு குறைந்த இடைவெளியில் அமைந்திருக்கின்றது. பெருமூளை ஒரு நீண்ட நடுப்பள்ளத்தின்மூலம் வலம், இடம் என்ற இரு அரைவட்டப்பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது.

பெருமூளையில் 'முன் மடல்' (frontal lobe), 'உச்சி மடல், (parietal lobe), 'கன்னப்பொட்டு மடல்' (temporal lobe), 'தலையின் பின்மடல்' (occipital lobe) என்ற நான்கு பிரிவுகள் ஆழ்ந்த பள்ளங்கள் மூலமாகப் பிரிவுபடுத்தப்பட்டிருக்கின்றன.

பெருமூளை இயக்கங்கள், உணர்வுகள் இச்சை (will), புத்திக் கூர்மை முதலியவற்றிற்குக் காரணமாக இருக்கின்றது. பெருமூளையில் பல சிறு பிரிவுகள் நுகர்தல், பார்வை, கேட்கும் உணர்வு, பேச்சுத் தன்மை, தொடு உணர்ச்சி, வெப்பநிலை முதலிய இயக்கங்களைக் கண்காணித்து வருகின்றன.

சிறுமூளை

இப்பாகம் மீனினத்திலிருந்து தோன்றி, படிப்படியாக உயர் முதுகெலும்புப் பிராணிகளின் வகுப்புகளிலும் அவைகளின் இயக்கங்களிலும் முக்கியப் பங்கேற்று வருகின்றது. மனிதமூளையில், பெருமூளைக்கு அடுத்த பெரிய பாகம் சிறு மூளைதான். இது தசைகள் ஒன்ருக இயங்குவதற்குக் காரணமாக இருக்கின்றது.

முகுளம்

இது மூளைக்கும் தண்டுவடத்திற்கும் நடுவே அமைந்துள்ள ஒரு முக்கியமான இணைப்புப் பகுதி. இதில் குறிப்பாக 'அனிச்சைச் செயல் இயக்கம்' (reflex action) அமைந்திருக்கின்றது. குறிப்பாக முகுளத்தில் 'சுவாச மையம்' (respiratory centre) அமைந்து உள், வெளிச் சுவாசங்களை ஒழுங்குபடுத்தி அவை குறித்த அளவில் நடைபெறுதலைக் கண்காணிக்கின்றது. முகுளத்தில் 'இரத்தக் குழல் தசை இயக்க மையம்' (vaso-motor centre) இருப்பதால் இரத்த அழுத்தத்தைச் சமநிலையில் வைக்க இயலுகின்றது. மெல்லுதல், விழுங்குதல், உமிழ்நீர் சுரத்தல், இரைப்பை நீர் சுரத்தல், இருமுதல், தும்முதல், கண் இமை மூடுதல் போன்ற பல இயக்கங்களை நடத்துவதற்கு முகுளத்தில் பல சிறு மையங்கள் இருக்கின்றன.

தொகுப்பு 2
தண்டு வடம்

மூளையிலிருந்து, குறிப்பாக முகுளத்திலிருந்து பின் தொடரும் நடுமை நரம்பு மண்டலத்தின் பகுதிக்குத் தண்டுவடம் எனப் பெயர். இது நீண்டு உருளை வடிவம்கொண்டு முதுகெலும்பு வளையங்களின் உள்ளே செல்வதால், முதுகெலும்புகளினுல் நன்கு பாதுகாக்கப் படுகிறது. இதனைச் சுற்றி பயாமாட்டர், டியூராமாட்டர், அராக்னுய்ட்மாட்டர் போன்ற படலங்கள் கொண்ட மினுன்ஜின் உறை இருக்கின்றது. கையிருக்கும் நிலையில் இதன் நீளம் முழுவதும் முதுகுப்புறமாக ஆழமற்ற 'பின்புறப் பிளவும்' (posterior fissure), வயிற்றுப் புறத்தில் ஆழமான 'முன்புறப் பிளவும்' (anterior fissure) இருக்கின்றன. தண்டுவடத்தின் வெளிச்சுவர் வெண்மைப் பொருள் கொண்டும் உட்புறம் ஆங்கில எழுத்து 'H' வடிவம் கொண்ட பழுப்புப் பொருளும், அதனுள் 'தண்டுவடத் திரவம்' (cerebro-spinal fluid)கொண்ட 'தண்டுவடக் குழலும்' (spinal canal) இருக்கின்றன. 'H' வடிவம் கொண்ட பழுப்புப் பொருளில் உள்ள இரு நீர் முனைகளுக்கும் 'முன் கொம்பு' (anterior horn), 'பின் கொம்பு' (posterior horn) எனப் பெயர். இவற்றிலிருந்து தண்டுவட நரம்புகள் முன்வேர், பின்வேர் என இருவேர்கள் மூலம் கிளம்புகின்றன. இவ்விரு வேர்களும் 'முள்ளெலும்பு வளையம்' (vertebra) விட்டு வெளி வந்து ஒன்று சேர்ந்து தனி நரம்பாகச் செல்கின்றன. முன்வேரின் போக்கில் ஒரு 'நரம்புச் செல்திரள்' (ganglia) உண்டு. இதனுள் உட் செல்லும் 'அஃபரண்ட்' (afferent) நரம்பு இழைகள் உள்ளன. பின்வேரின்வழியாக வெளிச் செல்லும் 'எஃபரண்ட்' (efferent) நரம்பிழைகள் இருக்கின்றன. தண்டுவடத்தினுள் உள்செல்லும் நரம்பு இழைகளிலும் வெளிச் செல்லும் இழைகளிலுமுள்ள நரம்பு செல்களில் 'இணைப்பு' (synapse) அமைந்திருக்கின்றது. மனிதத் தண்டுவடத்திலிருந்து 31 ஜதை நரம்புகள் வெளிக் கிளம்பி அவை களின் சிறு கிளைகள் உதவியால் உடலின் உறுப்புகளுக்குச் செல்கின்றன.

தண்டுவடத்தின் செய்கடமை (Functions of the spinal cord)

தண்டுவடத்திற்குக் கீழ்க்கண்ட இரு சிறப்பான இயக்கங்கள் இருக்கின்றன.

1. தூண்டுதல்களின் வழித்தொடர் (Pathway of impulses)

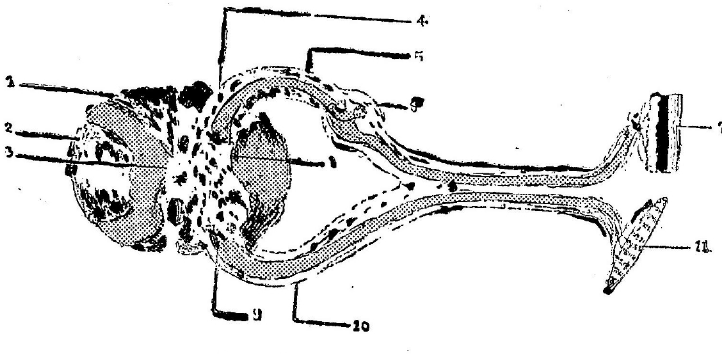
இச்சைச் செயல்

தண்டுவட நரம்புகள் பிளவுபட்டு அவைகளின் சிறு கிளைகள் தசைகளிலும் உணர்வுப் பொறிகளிலும் முடிவடைகின்றன

உடலின் உணர்வுப் பொறிகளிலிருந்து உணர்ச்சிகள் உணர்வு நரம்புகள்மூலம் எடுத்துவரப்பட்டுத் தண்டுவட நரம்பின் பின்புற நரம்பு இழைமூலம் தண்டு வடத்தை அடைந்து, அங்கிருந்து மூளைக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன. உணர்ச்சிக்குத் தக்க வாறு மூளை பதில் தூண்டுதல்களைப் பிறப்பிக்க அவை தண்டு வடம் மூலம், தண்டு வட நரம்பின் முன்புற வேரின் வழியாக இயங்கு நரம்பின் இழைகள்மூலம் தசைகளுக்குச் செலுத்தப்பட்டுத் தசை இயக்கத்தால் உணர்ச்சிக்கு ஏற்றவாறு உடல் மாற்றம் ஏற்படுத்தப் படுகிறது. இவ்வகையில் தண்டுவடம் வெளி உணர்ச்சிகளை மூளைக்கும், மூளையின் மறு தூண்டுதல்களைத் தசைக்கும் எடுத்துச் செல்லும் 'போக்குவரத்து இயலாகச் செயல்படுகின்றது.

2. அனிச்சைச் செயல் இருப்பிடம்

மூளைக்கு நேரடியான பங்கு இல்லாமலேயே உணர்ச்சித் தூண்டுதலுக்கு ஏற்றவாறு தண்டுவடம் தசை இயக்கத்தை ஏற்படுத்தும் செயலுக்கே 'அனிச்சைச் செயல்' (reflex action) எனப் பெயர் அனிச்சைச் செயல் உடனடியாகவும் தன்னியக்க மாகவும் அமைந்திருக்கிறது. அனிச்சைச் செயலை எளிய செய் முறைமூலம் விளக்கிக் காட்டலாம்.



படம் 26. அனிச்சைச் செயல்.

1. வெண்மைப் பொருள் 2. பழுப்புப்பொருள் 3. தண்டுவடக்குழல்
4. பின்கொம்பு 5. தண்டுவட நரம்பு பின்வேர்
6. பின் தண்டுவட நரம்புத் திரள் 7 உணர்வுப்பொறி
8. நரம்புக் கூடல்வாய் 9. முன்கொம்பு
10. தண்டுவட நரம்பு முன்வேர் 11. தசையிழை

ஓர் உயிருள்ள தவளையின் மண்டை ஓட்டின்வழியாக ஒரு கூரிய ஊசியைச் செலுத்தி, ஊசியின் முனையால் மூளையை நன்கு அழிக்கவேண்டும். மூளை அழிக்கப்பட்டிருப்பதால், மூளையின் இயக்கங்கள் நடைபெற இயலாது. இத்தவளையின் வலக் காலின் கீழ்ப்பகுதியில் ஒரு நீர்த்த அமிலம் கொண்ட 'மையொற்றுந்தாளை'

(blotting paper) வைத்தால் தவளை உடனேயே அதன் இடக் காலால் அந்தமை யொற்றுந்தாளைத் தள்ளி அவ்விடமிருந்து அகற்று கின்றது. நீர்த்த அமிலம் தோலின் உணர்வுச் செல்களுக்கு ஒரு வித எரிச்சலைக் கொடுக்க அது தூண்டுதலாக மாறி உணர்வு நரம்புகள்மூலம் சென்று பின்புறத் தண்டுவட வேர்வழியாகத் தண்டு வடத்தினுள் பின்புறக் கொம்பிற்குச் செல்கின்றது. பின் புறக் கொம்பிற்கும் முன்புறக் கொம்பிற்கும் நடுவே நரம்புக் கூடல் வாய் இருப்பதால் தண்டுவடம் மறு தூண்டுதலைக் கணிக்க, அத் தூண்டுதல் முன்புறக் கொம்பின்மூலம் முன்புற நரம்புச் செல்வேர் வழியாகச் சென்று, தசை இயக்க நரம்பு இழைகளினால் வலக் கால் தசைகளுக்குச் செலுத்தப்படுகிறது. இதனால் இடக் கால் தசைகள் இயங்க வலக் காலில் உள்ள மை ஒற்றும் தாள் அகற்றப்படுகிறது. ஏனெனில் மூளை நன்கு அழிக்கப்பட்டிருப்பதால் இச்செய்கை மூளையினால் ஏற்படுத்தப்பட்டதன்று என்பது திண்ணம். ஆகை யால் இச்செய்கையைத் தண்டுவடம்தான் ஏற்படுத்தியிருக்கிறது என்பதை அறியலாம்.

இச்செய்கையின் அமைப்பினை

உணர்செல் → உணர்வு நரம்பு → பின்புறத் தண்டுவட நரம்பு
நரம்பின் வேர் → பின்புறக் கொம்பு → நரம்பு செல்
இணைப்பு → முன்புறக் கொம்பு → தண்டுவடம்
முன்புற நரம்புவேர் → செயல் நரம்பு → தசை
என்றவாறு விளக்கலாம்.

இவ்வகை நிகழ்ச்சியில் ஒரே ஒரு 'வளைவரை' (arc) தான் இருப்பதால் இந்த எளிய அனிச்சைச் செயலுக்கு 'எளிய அனிச்சை வளைவரை' (simple reflex arc) எனப் பெயர். இதில் ஓர் உணர்வுக்கு ஒரு தசைச் செயல்தான் இருக்கின்றது.

அனிச்சைச் செயல்களுக்கு எடுத்துக்காட்டுகள்

நாற்காலியில் உட்கார்ந்துகொண்டிருக்கும்பொழுது நம் முழங்கால் மூட்டில் ஒரு மரச்சுத்தியால் தட்டினால் திடீரெனக் கீழ்க் கால் முன்னோக்கி உதறப்படுகிறது. நாம் இருட்டில் செல்லும் பொழுது கண்ணை நோக்கி ஒரு பொருள் வரும்பொழுது உடனுக் குடன் கண் இமைகள் மூடிக்கொள்கின்றன. நாம் காணாமலேயே கையோ, காலோ ஒரு நெருப்புத் துண்டத்தைத் தொட்டவுடன் அப்பாகம் உடனுக்குடன் இழுக்கப்படுகின்றது. நடந்து செல்லும் பொழுது இடறி விழாமல் உடல் சமநிலைக்குக் கொண்டுவரப் படுகிறது. இவ்வகைச் செய்கைகள் அனிச்சைச் செயல்களேயாம்.

இரவில் உறங்கும்பொழுது உடலைக் கொசு கடித்தால் உடனே கொசுவின் மேல் கை அடித்துக் கொசுவை நசுக்குகின்றது. இச் செயல் இரவில் மூளை ஓய்வுற்ற நிலையில் நடப்பதால் அது நடந்த தென்று காலையில் விழித்தபின் தோலில் நசுங்கிய கொசுவிலிருந்து தான் தெரிந்து கொள்கிறோம். பல அனிச்சைச் செயல்கள் ஒரே ஓர் 'எளிய அனிச்சைச் செயல்வளைவரை' மூலம் நடைபெறு கின்றது. அதாவது ஓர் உணர்ச்சிக்கு ஒரு தசை இயக்கம்தான் நடைபெறும். ஆனால், மற்றொரு வகையான அனிச்சைச் செயலில் உணர்ச்சிக்குப் பல வேறுபட்ட இயக்கங்கள் நடைபெறுகின்றன. ஏனெனில் இச்செய்கையில் பல வளைவரைகள் அடங்கியுள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக ஒருவர் நம் தோளில் திடீரெனறு பலமாக அடித்தால் உடனுக்குடன் தோள் பாகம் வெளியிழுக்கப்பட்டு பாதிக்கப்பட்ட பகுதியைப் பார்க்கக் கழுத்து, திருப்பப்பட்டு, உரத்த குரலில்ஒரு கதறல் வெளிப்பட்டு மறு கை அடிக்கப்பட்ட இடத்தைத் தடவிக்கொடுக்கிறது. இச்செய்கையில் அடித்த வலியானதோர் உணர்வுக்குப் பல தசை இயக்கங்கள் நடைபெறுகின்றன இச் செய்கையில் தசை இயக்க நரம்புகள் தூண்டுதல்களைப் பல இயல் நரம்புக்கிளைகள்மூலம் கழுத்துத் தசை, குரல் வளைத் தசை, கால்தசை, கைத்தசை முதலியவற்றிற்கு எடுத்துச்செல்லப்படுவதால் இப்பல வகை நிகழ்ச்சிகள் ஒன்றாகவே நடைபெறுகின்றன. உணர்வு செல்லிலிருந்து உணர்வு நரம்புமூலம் தண்டுவடத்தினுள் உணர்வை எடுத்துச் செல்லத் தண்டுவடத்தில் நரம்பு செல் இணைப்பில் இருந்து மேற்கூறிய பல தசைகளுக்குத் தனித்தனியே செல்லும் இயக்க நரம்புகள்மூலம் தூண்டுதல்கள் எடுத்துச் செல்லப்படுவதால்தான் பல வளைவரைகள் இதில் அடங்கியிருக் கின்றன.

தண்டு வடம் அனிச்சைச் செயலைக் கண்காணிக்கின்றது என்பதை வேறொரு செய்முறைமூலம் எடுத்துக் காட்டலாம். ஒரு நாயின் தண்டுவடத்தை ஆறுவது முதுகு வளைய எலும்பினுள் அறுத்து விட்டால், ஆறுவது முதுகெலும்பிற்குப் பின்புறம் உள்ள உறுப்புகளின் அனிச்சைச் செயல்கள் நடைபெறுவதில்லை. ஆனால் அந்த ஆறுவது முதுகுவளைய எலும்பிற்கு முன் உள்ள உறுப்புகள் நன்கு இயங்குகின்றன அந் நாய் நன்கு உணவு அருந்துகிறது ; குரைக்க இயலும். நுரையீரல், இதயம் நன்கு இயங்குகின்றன. ஆனால் அந்நாய்க்கு மலமும் சிறுநீரும் வெளியேறுவதில்லை.

மூளையிலும், தண்டு வடத்திலும் பல அனிச்சைச் செயல் மையங்கள் இருக்கின்றன. அவற்றுடன் இயக்க நரம்பு இழை களும், உணர்வு நரம்பு இழைகளும் இணைப்புப் பெற்றிருப்பதன்

மூலம்தான் அனிச்சைச் செயல்கள் ஏற்படுத்தப்படுகின்றன. அனிச்சைச் செயல்கள் தன்னியக்கம் கொண்டவை ; உடனுக்குடன் செயல்படுபவை ; நம் இச்சைக்கு உட்படாதவை. உடலின் பல அன்றாட இயக்கங்கள் அனிச்சைச் செயல்மூலம் நடைபெறுகின்றன. எல்லாச் செயல்களும் மூளையினால் நடத்தப்படவேண்டுமெனின் மூளைக்கு வேலைப்பளு அதிகமாகிச் சோர்வு ஏற்படும். இதற்காகத்தான் உடலின் அன்றாடப் பலவகைத் தன்னியக்கங்கள் அனிச்சைச் செயல்களாக நடைபெறுகின்றன.

தொகுப்பு 3

உள் உறுப்பு நரம்பு மண்டலம்

(Visceral Nervous System)

அல்லது

தன்னியக்க நரம்பு மண்டலம்

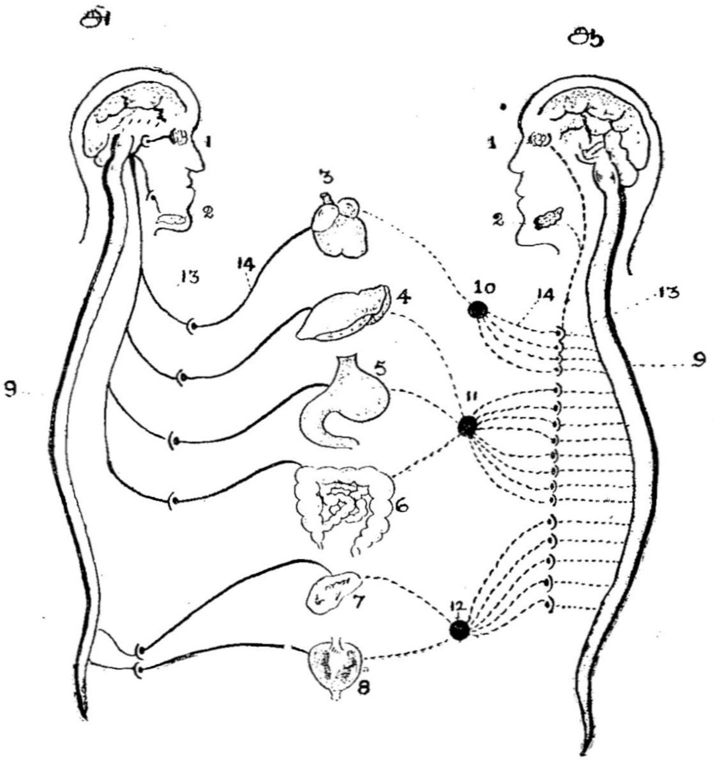
(Automomic Nervous System)

எண்ணாது தானாகவே இயங்கும் இயல்பு கொண்டது தான் தன்னியக்க நரம்பு மண்டலம்.

இம்மண்டலத்தின் நரம்பு இழைகள் உடலினுள் இருக்கும் பல்வேறு உறுப்புகளுக்குச் செல்வதால், அவ்வுறுப்புகளின் அன்றாட இயக்கங்களைக் கண்காணித்து வருவதால் இதற்கு 'உள் உறுப்பு நரம்பு மண்டலம்' எனவும் பெயரிட்டுள்ளனர். இதயத் துடிப்பு, சுவாசமுறை, கல்லீரலில் சுரப்பு, பித்தப்பையின் சுருங்கும் தன்மை, உணவுப்பாதையின் இயக்கம், சிறு நீரக இயல்பாடு, சிறுநீர்ப்பைச் சுருக்கம், கணைய நீர் வெளிப்படுதல், கண்ணீர்ச் சுரப்பிகளின் சுரக்கும் தன்மை, உமிழ்நீர்ச் சுரப்பிகள் இயக்கம் போன்ற பலவகை அன்றாட இயக்கங்களைத் தன்னியக்க மண்டலம் அதன் நரம்புகளின் உதவியால் கட்டுப்படுத்துகின்றது

நடுமை நரம்பு மண்டல உறுப்புகளான மூளை, தண்டுவடம் முதலியவற்றின் பல்வேறு இடங்களிலிருந்து நரம்பு செல் கூட்டங்களினின்றும் வெளிப்புறம் நோக்கிச்செல்லும் நரம்புகள் கிளம்புகின்றன. இவைகளின் இழைகள் நரம்புத்திரள்களில் இருக்கும் நரம்புச் செல்களிலோ அல்லது மற்ற உறுப்புகளிலோ இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. ஆகையால் தன்னியக்க நரம்புப் பாதையில் இரு நரம்புச்செல்கள் உள்ளன. அதில் ஒன்றின் ஆக்ஸான் நடுமை நரம்பு மண்டலத்தில் இருக்கிறது. அதற்கு 'நரம்புத்திரள் முன்புற நார்' (pre ganglionic fibre) எனப் பெயர். மற்றொரு நரம்புசெல்லின்

ஆக்ஸான் நரம்புத்திரளுக்கு வெளியில் இருக்கிறது. அதற்கு ‘ நரம்புத்திரள் பின்புறநார் ’ (post ganglionic fibre) எனப் பெயர்.



படம். 27. தன்னியக்க மண்டலம்

அ. பக்கப் பரிவு நரம்பு மண்டலம் ஆ. பரிவு நரம்பு மண்டலம்
1. கண்ணீர்ச் சுரப்பி 2. உமிழ்நீர்ச் சுரப்பி 3. இதயம் 4. கல்லீரல் 5. இரைப்பை 6. குடல் 7. அட்ரினல் சுரப்பி 8. சிறுநீர்ப்பை 9. தண்டுவடம் 10. சிலியாக் திரள் 11. முன்மீசன்ட்ரிக் திரள் 12. பின்மீசன்ட்ரிக் திரள் 13. நரம்புத்திரள் முன்புறநார்.

உள்ளமைப்பையும் இயக்கத்தையும் அடிப்படையாகக் கொண்டு தன்னியக்க நரம்பு மண்டலத்தை,

(1) ‘பரிவு நரம்பு மண்டலம்’ (sympathetic nervous system),

(2) ‘பக்கப் பரிவு நரம்பு மண்டலம்’ (para sympathetic nervous system)

என இருவகைகளாக வேறுபடுத்தலாம்.

பரிவு நரம்பு மண்டலம்

இது முதுகு எலும்பிற்கு இருபுறமும், பக்கத்திற் கொன்ருக இரு நீண்ட சங்கிலித் தொடர்போன்ற நரம்பினுல் ஆகியது. இந்நரம்புச் சங்கிலியில் 22 நரம்புத்திரள்கள் உள்ளன. இவை தலையின் கீழ்ப்புறத்திலிருந்து ஆரம்பித்து, இடுப்பின் அடிப்புறம்வரை செல்கின்றன. பரிவு நரம்பு மண்டல நீள் நரம்புச் சங்கிலியின் நரம்புத்திரள் முன் இழை வெண்மையான தோற்றம் கொண்டு தண்டுவடத்தின் முன் நரம்புக்கிளையில் இணைக்கப்பட்டு 'வெண்மை தொடர்புக்கிளை' (white ramus communicans) என்ற பெயருடன் இருக்கின்றது. இதன் நரம்புத்திரளின் பின்புறநார் பழுப்பு நிறம் கொண்டிருப்பதால் 'பழுப்புத் தொடர்புக்கிளை' (grey ramus communicans) எனப் பெயர் கொண்டு, நரம்புத் திரளிலிருந்து அதன் ஆக்ஸான் தண்டுவட நரம்புடன் சேருகின்றது. பரிவு நரம்பு மண்டல நரம்புத்திரள்களிலிருந்து, நரம்பிழைகள் இதயம், உமிழ் நீர்ச்சுரப்பிகள், நுரையீரல், கண்ணீர்ச் சுரப்பிகள், வியர்வைச் சுரப்பிகள், இரைப்பைச் சுரப்பிகள், கணையம், சிறுகுடல் சுவர், பெருங் குடல் சுவர், சிறு நீர்ப்பை, கல்லீரல் முதலிய எல்லா உடல் உறுப் புகளுக்கும் செல்கின்றன. இந்நீண்ட நரம்புச் சங்கிலிக்கு வெளிப் புறமாகச் சீலியாக் திரள் ஒன்று கல்லீரலை அடுத்தும், 'முன் மீசன்டரிக் திரள்' (anterior mesenteric ganglion) இரைப்பையை அடுத்தும், பின் மீசன்டரிக் திரள் (posterior mesenteric) மலக்குடலை அடுத்தும் இருக்கின்றன. பரிவு நரம்பு மண்டலத்தின்மூலம் எடுத்து வரப்படும் தூண்டுதல்கள் கண்ணீர்ச் சுரப்பை மிகுதியாக்குகிறது; இதயத்துடிப்பைக் கூட்டுகிறது; விழித்திரையைச் (iris) சுருக்கு கின்றது. வியர்வையைச் சுரக்கச் செய்கின்றது; இரத்தக் குழல் கள் சுருங்குவதால் இரத்த அழுத்தத்தை அதிகமாக்குகின்றது. சிறு நீர்ப் பையைச் சுருங்கச்செய்கிறது. கிளைகோஜன் சிதைவை மிகுதி யாக்குகின்றது. அட்ரினல் (adreral) என்ற நாளமில்லாச் சுரப்பி யைத் துரிதப்படுத்தி, அதிக அளவில் ஹார்மோனைச் (hormone) சுரக்கச்செய்கின்றது; சிறுகுடல் சுவர்த்தசையின் அலைச்சுருக்கத் தன்மையை (peristalsis) அதிகரிக்கின்றது. இச்செயல்களின் வாயிலாகப் பரிவு நரம்பு மண்டலத்தூண்டுதல்கள் சிதைவு மாற் றத்தை (ketabolism) அதிகரிக்கச் செய்கின்றன.

பக்கப் பரிவு நரம்பு மண்டலம்

மூளையிலிருந்து வெளியேறும் 3, 6, 9, 10 வது 'மூளைநரம்பு களே' (cranial nerves) பக்கப்பரிவு நரம்பு மண்டலத்திற்கு ஏற்பட்ட நரம்புகள் 3வது மூளை நரம்பின் முன் நரம்புத்திரள் இழை 'சிலி யரி

நரம்புத் திரளிலும் (ciliary ganglion), 7வது மூளை நரம்பின் முன் நரம்புத்திரள் இழை தாடைக்கீழ் நரம்புத்திரளிலும் (sub-maxillary ganglion), 9வது மூளை நரம்பின் முன் நரம்புத்திரள் இழை, 'ஓடிக் நரம்புத் திரளிலும்' (otic ganglion) 10வது மூளை நரம்பின் முன் நரம்புத்திரள் இழை, அதன் நரம்புக் கிளைகளிலிருந்து செல்லும் பல உள் உறுப்புகளிலும் முடிகின்றன. பின் நரம்புத் திரள் இழைகள் நரம்புக் கிளைகளினால் பல உறுப்புகளை அடைகின்றன. 3வது நரம்பின் வாயிலாகச் செல்லும் பக்கப்பரிவு மண்டல இழைகள் 'விழித்திரை'க்குச் (iris) செல்கின்றன. 7வது, 9வது நரம்பு இழைகள் உமிழ்நீர்ச் சுரப்பிகளுக்கும், 10வது மூளை நரம்பு வழியாகச் செல்லும் பக்கப் பரிவு மண்டல இழைகள் கல்லீரல், கணையம், இதயம், இரைப்பை சிறுகுடல், சிறுநீரகம், அட்ரினல் சுரப்பி, சிறுநீர்ப்பை முதலான உறுப்புகளுக்கும் செல்கின்றன. இந் நரம்பு இழைகள்மூலம் எடுத்துச் செல்லப்படும் தூண்டுதல்கள் இதயத் துடிப்பைக் குறைக்கின்றன ; சுவாச அளவைக் குறையச் செய்கின்றன ; சிறுகுடல் தசை அலைச் சுருக்கத்தைக் குறைக்கின்றன; இரத்த அழுத்தம், உமிழ்நீர் சுரத்தல் முதலான வற்றைக் குறைக்கின்றன. இவ்வியக்கங்கள் குறைக்கப் படுவதால் சக்தி வீணாகாமல், சேமித்து வைக்கப்படுகிறது. எனவே, இம்மண்டலத்திற்கு 'வளர்மாற்றத் தன்மை' (anabolism) இருப்பதாகக் கருதலாம்.

தன்னியக்க நரம்பு மண்டலத்தின் செய்கடமை

உடலினுள் அமைந்திருக்கும் ஒவ்வோர் உறுப்பிற்கும், பரிவு மண்டல நரம்பு இழைகளும், பக்கப்பரிவு மண்டல நரம்பு இழைகளும் செல்கின்றன. பரிவு மண்டல இழைகள் உறுப்புகளின் இயக்கத்தை விரைவுபடுத்துகின்றன. ஆனால், பக்கப்பரிவு மண்டல இழைகள் உறுப்புகளின் இயக்கத்தைக் குறைக்கின்றன. இதன்மூலம் இவ்விரண்டு வகைகளும், தங்களின் இயக்கங்களில் எதிர்த் தன்மை கொண்டுள்ளன என்பதை அறியலாம். இவ்விரு நரம்புகளின் தூண்டுதல்கள் உறுப்புகளுக்குச் செல்வதால், இயக்கங்கள் இடையூறின்றிச் செவ்வனே நடைபெறுகின்றன. பரிவு மண்டல நரம்புகளால் சக்தி அதிகமாக வெளிப்படுவதால் இது சிதைமாற்றத்தை ஏற்படுத்துகின்றது. பக்கப்பரிவு நரம்புத் தூண்டுதல்களால் சக்தி வீணாகாமல் இருப்பதால் வளர் மாற்றத்தைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இவை இரண்டின் இயக்கங் களும் உடலின் வளர்சிதை மாற்றத்தை ஒழுங்கு முறையில் நிறுவு கின்றன. உடலின் உள் உறுப்புகளின் அன்றாட இயக்கங்கள், தன்னியக்க நரம்பு மண்டலத்தினால் நன்கு கண்காணிப்படுவதால்,

மூளைக்கு அதிக வேலைப்பளுவைத் தவிர்க்கின்றன. எனினும், தன்னியக்க நரம்பு மண்டலத்தின் இழைகள் முகுளத்துடன் இணைக்கப்பட்டிருப்பதால், இவைகளின் இயக்கங்கள் மூளையின் கட்டுப்பாட்டிலேயே அடங்கியுள்ளன.

தன்னியக்க மண்டலத்தின் நரம்புகள்மூலம் எடுத்துச் செல்லப் படும் தூண்டுதல்கள், 'நரம்புத் தூண்டுவிசை' (nerve impulse) மூலம் நடைபெறுவதில்லை என்றும், தூண்டுதல்காரணம் கொண்டு நரம்பு இழை நுனிகளில் ஏற்படும் வேதியியல் பொருள்கள்மூலம் தான் ஏற்படுகின்றன என்றும் ஆய்வுமூலம் கண்டறிந்திருக் கின்றனர். பரிவுமண்டல நரம்பு நுனியில் 'சிம்பதின்'(sympathin) எனும் ஹார்மோன் சுரக்கப்படுகிறது. இது அட்ரினல் எனும் நாளமில்லாச் சுரப்பியின் உள்பாகமான 'மெடுல்லா' (medulla) சுரக்கும் அட்ரினலின் எனும் ஹார்மோனைப்போல் இருக்கின்றது. ஆகையால் பரிவு மண்டலத்தை, அட்ரினோ பரிவு மண்டலம் (adreno-sympathetic system) என இணைப் பெயரிடப்பட்டுள்ளது. பக்கப் பரிவு மண்டல நரம்பு இழைகளில் அசிடைல் கோலைன் (acetyl choline) எனும் வேதியியல் பொருள் உண்டாக்கப்படு கின்றது. இந்த 'அசிடைல் கோலைன்' சிம்பதினுக்கு நேர் எதிர்க் குணங்களைக் கொண்டுள்ளது. இக்காரணம் கொண்டுதான் பரிவு மண்டலமும், பக்கப் பரிவு மண்டலமும் இயக்கங்களில் எதிர்மை கொண்டுள்ளன.

நரம்பு மண்டலத்தின் படி மலர்ச்சி
(Evolution of the Nervous system)

பிராணிகள் சமுதாயத்தில் குழியுடலிகளில்தான் முதன் முதலாக நரம்பு மண்டலத்தின் வளர்ச்சி ஆரம்பமாகி உள்ளது. குழியுடலிகளிலுள்ள நரம்பு மண்டலமானது வலைபோலப் பின்னப் பட்டுள்ளது. இதேபோன்று வலைபோலப் பின்னப்பட்ட நரம்பு மண்டலம் முள் தோலிகளிலும் உள்ளது.

முள் தோலிகளின் உடற்குழியின் (coelom) வளர்ச்சியிலிருந்து வலைபோலப் பின்னப்பட்டிருக்கும் நரம்பு மண்டலத்தை இரண்டு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். ஒரு பகுதியானது உள் உறுப்பு களையும் மற்றொரு பகுதியானது உடலின் வெளிச் சுவரையும் அடக்கி ஆள்கின்றன. உள் உறுப்புகளை அடக்கி ஆளும் நரம்புப் பகுதிக்கு உள் நரம்பு மண்டலம் (endo neural system) என்றும், வெளி உறையை அடக்கி ஆளும் பகுதிக்கு வெளி நரம்பு மண்டலம் (ecto neural system) என்றும் பெயர்.

குழியுடலிகளில் 'உயர்ந்த நிலையில் இருக்கும் ஸி அனிமோன் (sea anemone) என்ற பிராணிகளின் நரம்பு வலையானது சிறந்த முறையில் அமைந்துள்ளது. ஒரு சில நரம்பு செல்களானவை மெட்ரிடியம் (metridium) என்ற ஸி அனிமோனின் நீண்டு தடித்த நரம்பு இழைகளாகக் காணப்படுகின்றது. இந்த நரம்பு இழைகளில் ஏற்படும் நரம்புத் தூண்டு விசையின் சக்தியானது சாதாரண நரம்பு இழையில் ஏற்படும் தூண்டு விசையைவிட அதிகம். இதே போன்ற தடித்த நரம்பு இழையானது தலைக் காலினத்திலும் (cephalopods), வளைதசைப் புழுவிலும், (annelids) நீண்ட நரம்பு இழையாக மாறி நரம்புக் கூடல்வாயாக (synapses) மாறுகின்றது. தலைக்காலினத்தில் பாதநரம்பு முடிச்சிலிருந்து (pedal gnael on) வெளிக் கிளம்பும் நரம்பிழையானது பாலியோ விசரல் (pallio-visceral) நரம்பு முடிச்சோடு சேர்ந்து நரம்புக் கூடல் வாயாக மாறு கின்றது. பாலியோ விசரலிலிருந்து கிளம்பும் நரம்பிழை ஸ்டெல்டேட் (tellate) நரம்பு முடிச்சோடு சேர்கின்றது. ஸ்குட் என்ற பிராணி இனத்தில் ஒரு பெரிய நரம்பிழையானது 300லிருந்து 1500 வரை உள்ள சிறிய நரம்பிழைகளாக ஆக்கப்பட்டுள்ளது. இதில் உள்ள ஓர் ஆக்ஸானைத் (axon) தொடர்ந்து தூண்டு வித்தால் உடம்பில் உள்ள வளையத்தசைகள் (circular muscles) முழுதும் அசைகின்றன.

மத்திய நரம்பு மண்டலமானது தட்டைப் புழுக்களிலிருந்தே (flat worms) ஆரம்பமானபோதிலும் கணுக்காலிகளிலும் (arthropods), முதுகெலும்பு உள்ள பிராணிகளிலுந்தான் நன்கு வளர்ந்து உள்ளன.

தொகுப்பு 4

உணர்வுப் பொறிகள்

(Sense Organs)

சூழ்நிலை மாற்றங்களை நரம்பு மண்டலத்திற்கு அறிவிக்க உடலில் பல உணர்ச்சிப் பொறிகள் இருக்கின்றன. இதன்மூலம் நரம்பு மண்டலத்தின் மறு உத்தரவு, தசைகளால் செயல்படப் பிராணியின் உடல்நிலை சூழ்நிலைக்கு ஏற்றவாறு மாற்றமடை கின்றது. இக்காரணத்தினுல்தான் பிராணி தன் சூழ்நிலை மாற்றத் திற்கு ஏற்றவாறு வாழ்ந்து வருகின்றது.

உடலின் வெளிப்புறத்தில் இருக்கும் உணர்வுப் பொறிகளைப் 'புற உணர்வுப் பொறிகள்' (exteror eceptors) என்றும் உடலின்

உட்புறப் பொறிகளை 'உள் உணர்வுப் பொறிகள்'(intero receptors) என்றும் கூறுகிறோம். தொடுவுணர்ச்சி, வெப்பநிலை, கேட்டல், பார்த்தல், நுகர்தல், சுவையறிதல் முதலியன வெளியுணர்வுப் பொறிகளாகும். உள்ளுணர்வுப் பொறியானது புரோப்ரியோ செப்டார், விசரோசெப்டார் என்ற இருவேறு வகைகளை உள்ளடக்கியது. புரோப்ரியோசெப்டார் தசைகள், தசைநார்கள், மூட்டுகள் முதலியவற்றிலும், விசரோசெப்டார் உணவுக் குழல், இதயம், இரத்தக் குழாய்கள் முதலியவற்றினும் அமைந்துள்ளன.

உணர்வுப் பொறிகள் பெற்றுக்கொள்ளும் தூண்டுதல்களின் தன்மை கொண்டு அவைகளை,

(1) வேதியியல் தூண்டுதல் பெறுபவை (chemo receptors)

(2) விசைத் தூண்டுதல் பெறுபவை (mechano receptors)

(3) ஒளித் தூண்டுதல் பெறுபவை (photo receptors)

(4) வெப்பத் தூண்டுதல் பெறுபவை (thermoreceptors)

(5) நரம்புநுனி மூலம் வலி தூண்டுதல் பெறுபவை (pain-receptors) எனப் பிரிவுபடுத்தலாம்.

1. வேதியியல் தூண்டுதல் பெறுபவை

இவை நுகர்தல் வாயிலாகவும், சுவைமூலமும் ஏற்படுத்தப் பட்டவை நுகரும் தன்மை நாசியினுல் ஏற்படுகிறது. நாசியின் உள் சுவரில் உணர்வு அறிந்துகொள்ளும் 'சிலேட்டுமப் படலம்' (mucous membrane) இருக்கின்றது. இதில் முதல் மூளை நரம்புக் கிளைகளின் நுண்பிரிவுகள் இருக்கின்றன. காற்றில் வரும் மணம் மூக்கினுள் சென்று இந்நரம்புகளின்மூலம் மூளையை அடைவதால், நுகரும் தன்மை உண்டாகிறது. நுகர்வதற்கு இத்தன்மை எல்லாப் பாலூட்டிகளிலும் நன்கு அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றது. எனினும் பறவை இனத்தில் இத்தன்மை குறைந்த அளவில்தான் உள்ளது.

சுவையினை அறிந்துகொள்ளும் தன்மை வாயிலும், குறிப்பாக நாக்கினில்தான் அமைந்துள்ளது. 7, 9, 10வது மூளை நரம்புகளின் கிளைகள் இப்பொறிகளில் இருக்கின்றன. பாலூட்டிகளுக்கு நாக்கினுல் இனிப்பு, கசப்பு, உவர்ப்பு, புளிப்பு போன்ற சுவைகளை உணரும் தன்மையுண்டு. இத்தகைய சுவைகளை உணர்ந்து கொள்ள நாக்கில் 'சுவை அரும்புகள்' (taste buds) உள்ளன. நாக்கின் நுனியில் இனிப்பினைத் தெரியப்படுத்தும் 'சுவை அரும்புகளும், கசப்பினை உணர்த்தும் அரும்புகள் நாக்கின் பின் புறமும், உவர்ப்பு, புளிப்பு போன்றவற்றைத் தெரியப்படுத்த நாக்கின் பக்கங்களிலும் அமைந்திருக்கின்றன.

2. விசைத் தூண்டுதல் பெறுபவை (Mechano receptors)

தொடு உணர்வு, அழுத்தம், சமநிலை, கேட்டுணரும் தன்மை முதலியவை விசைத் தூண்டுதல் பெறுபவைகளாகும். தோலில் நரம்பு நுனி திரளாக அமைந்து, உணர்வுச் செல்களாக இருக்கின்றன. இவைகள் தொடு உணர்ச்சி, அழுத்தம் முதலியவற்றை அறிந்துகொள்ள உதவுகின்றன. நரம்பின் நுனிகளில் தூண்டுதல் மூலம் நரம்புத் தூண்டு விசை ஏற்படுத்தி உணர்வு அதன் வாயிலாக அறியப்படுகிறது.

சமநிலை நிர்ணயம் (equilibrium) பல பிராணிகளில் பல்வேறு வகைகளில் ஏற்படுத்தப்படுகின்றன. குழி உடலிகளில் 'ஸ்டேடோ ஸிஸ்ட்' (statocyst) சமநிலை நிர்ணயத்தை நிலைக்கச் செய்ய உதவுகின்றது. முதுகெலும்புள்ள பிராணிகளில் செவிக்குச் சமநிலை நிர்ணயம், கேட்கும் தன்மை என இரு செயல்கள் உள்ளன.

பாலூட்டிகளில் செவியினை புறச்செவி,(external ear), நடுச்செவி (middle ear) உட்செவி (inner ear) என்று மூன்று பகுதிகளாகப் பிரிக்கலாம். வெளிச்செவியில் செவிமடலும் (pinna) செவிக் குழலும் (auditory canal) உள்ளன. நடுச்செவியில் மாலியஸ் (malleus) எனும் சுத்தி எலும்பு, இன்கஸ் (incus) எனும் பட்டடை வடிவ எலும்பு, ஸ்டேபிஸ் (stapes) எனும் குதிரை லாட வடிவ எலும்பு ஆக மூன்று செவி நுண் எலும்புகள் (ear ossicles) உள்ளன. வெளிச்செவி, நடுச்செவி இவ்விரண்டையும் பிரிக்க ஒரு செவிப்பறை (ear drum) (tymparum) உள்ளது. நடுச் செவியையும் தொண்டை யையும் 'யூஸ்டேசியன் குழல்' (eustachian tube) இணைக்கிறது. நடுச்செவிக்குப், உட்செவிக்கும் நடுவில் வட்ட வடிவ துவாரமும் (fenestra retundus) முட்டை வடிவத் துவாரமும் (fenestra cvalis) இருக்கின்றன.

உட்செவியில் யூட்ரிகுலஸ் (utriculus), ஸாக்குலஸ் (sacculus) என இரு பகுதிகள் உள்ளன. யூட்ரிகுலஸில் மூன்று 'அரைவட்டக் குழல்கள் (semi circular canals) இணைகின்றன. அவைகள் ஸாக்குலஸில் இணையும் இடங்களில் ஆம்புல்லா (ampulla) எனும் புடைப்பு உளது. இக்குழல்களினுள் 'எண்டோலிம்ப்' (endolymph) எனும் திரவமும், அதனில் ஓட்டோலித் (otolith) எனும் திடப் பொருளும் இருக்கின்றன. இந்த அரைவட்டக் குழலைச் சுற்றி 'பெரிலிம்ப் (perilymph) எனும் திரவம் உள்ளது ஸாக்குலசுடன் இணைந்து காக்ளியா (cochlea) எனும் நத்தைக் கூடுபோன்ற சுருள் உள்ளது. இதனுள் பேஸிலார் படலம் (basilar membrane) எனும் இழை அமைந்திருக்கின்றது. அதனில் அமைந்து

கார்டையின் உறுப்பு (organ of corti) எனும் அமைப்பு இருக்கின்றது. இதில் இரண்டு வரிசை உணர்வு செல்கள் உள்ளன. ஸாக்குலசும், யூட்ரிகுலசும் அதன் பிரிவுப் பாகங்களும் செவி நரம்பு மூலம் இழைகளைப் பெற்றுக்கொள்கின்றன.

சமநிலையில் ஏற்றத்தாழ்வு கண்டு, உடல் ஒருபுறமாகச் சாய, அந்தச் சாய்மானப் போக்கில் அரைவட்டக் குழலினுள் உள்ள ஓட்டோலித் துகள் உணர்வு செல்களில் அழுத்தத்தை உண்டாக்குகின்றன. இவ்வுணர்ச்சி செவிநரம்புமூலம் மூளைக்கு எடுத்துச் செல்லப்பட்டு மூளையிலிருந்து மறு உத்தரவுகள் கால் தசைகளுக்குத் தெரியப்படுத்துகின்றன. தசை இயக்கத்தின் மூலம் உடல் சமநிலை ஏற்படுத்தப்படுகின்றது.

கேட்கும் தன்மை

தரையில் வசிக்கும் பிராணிகளுக்குக் காற்றினுல் வரும் ஒலி அலைகள் செவிப்புனல் வழியாகச்சென்று, செவிப்பறையைத் தாக்குகின்றன. யூஸ்டேசியன் குழல் நடுச்செவியில் திறப்பதால் செவிப்பறையின் வெளிப்புறமும், உட்புறமும் ஒரே அழுத்தம் ஏற்படுத்தப்பட்டிருப்பதால் செவிப்பறை அதிர்வு அடைகின்றது. இத்துடன் இணைக்கப்பட்ட மாலியஸ், இன்கஸ், ஸ்டேபிஸ் எனும் மூன்று செவிநுண் எலும்புகள் இவ்வதிர்வை முட்டை வடிவத் துவாரத்தின் வாயிலாக காக்ளியாவிலுள்ள திரவத்தைத் தாக்கி இறுதியில் பேஸிலார் படலத்தை அடையச் செய்கின்றன. இப் படலத்தில் உள்ள உணர்வு மயிரிழை (sensory hairs) நரம்பு இழைகளுக்கு உணர்வைச் செலுத்துவதால், நரம்புகளில் நரம்புத் தூண்டு விசை ஏற்படுத்தப்படுகிறது. செவிநரம்பின் (auditory nerve) மூலம் இத்தூண்டுதல் மூளையை அடைவதால் மூளையில் அமைந்திருக்கும் கேட்கும் திட்டிற்குச் (auditory area) சென்று நாம் ஒலியின் தன்மையைப் புரிந்துகொள்கிருேம். பேஸிலார் படலத்தில் மயிரிழைகளின் நீளத்தில் வேறுபாடுகள் உள்ளன. அவை 0·36 மி. மீ. யிலிருந்து 0·21 மி. மீ. வரை நீளம் கொண்டவை. உயரமான மயிரிழைகள் குறைந்த தொனித் தன்மைக்கும் (low pitch), குட்டையான மயிரிழைகள் உயர்தொனித் தன்மைக்கும் (high pitch) எதிர்ச் செயல் அடைவதன்வாயிலாகத்தான் நாம் பல்வேறு ஓசைகளைக் கேட்க இயலுகிறதுஎன்று ஹெல்ம்ஹோல்ட்ஸ் (Helmholts) என்பவர் விளக்கம் தருகிருர். மனிதனின் செவி இயல்பாக விநாடிக்கு 2000 சுழல்கள் கொண்ட ஒலியைத்தான் கேட்கும் ஆற்றலுடையது. வௌவால்கள் நமக்கும் கேட்க முடியாத அதிக ஒலி கொண்ட ஓசைகளைக் கேட்கும் ஆற்றல்

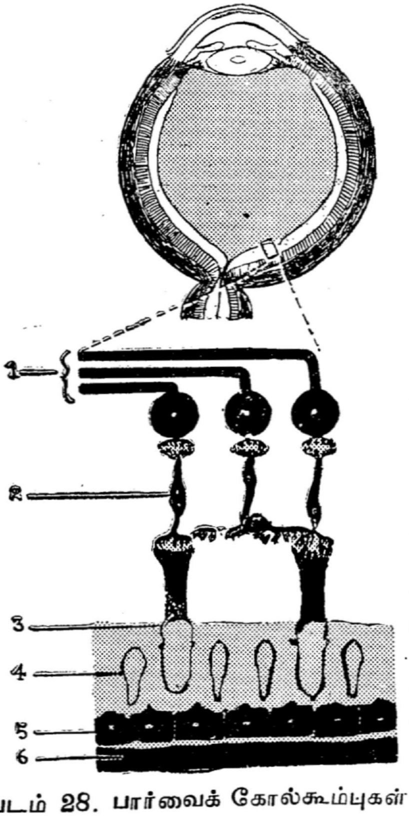
கொண்டிருக்கின்றன. இதன்மூலம்தான் அவைகள் இருட்டிலும் தடுப்புகளைத் தவிர்த்துப் பறக்கும் தன்மையைப் பெற்றுள்ளன.

3. ஒளித்தூண்டுதல் பெறுபவை (Photo receptors)

ஒளிக்குத் தக்கவாறு பிராணிகள் தங்களின் உடல்நிலையை மாற்றிக்கொள்ள ஒளிபெறும் பொறிகள் உதவுகின்றன. புரோட்டோஸோவாவில் சில தாவரம் போன்ற பச்சை நிறம்கொண்ட மாஸ்டிகோபோரா (mastigophora) நுண்பிராணிகளில், சிவப்புப் புள்ளியான கண்புள்ளி, 'ஹிமட்டோக்ரோம்,'(haematochrome) ஒளியின் வேறுபாட்டைத் தெரிந்துகொள்ள உதவுகிறது. இதைவிடச் சிறிது திறம்பட அமைந்திருக்கும் அஸல்லி (ocelli) குழி உடலிகளுக்குச் சூழ்நிலை ஒளித்தன்மையை வேறுபடுத்த உதவுகின்றன. உயர் பிராணிகளில், படிப்படியாக ஒளி தெரிந்துகொள்ளும் உறுப்பாகக் கண்கள் (eyes) உண்டாக்கப்பட்டுள்ளன. கணுக்காலிகளில் 'கூட்டுக்கண்' (compound eye) ஒளியின்மூலம் பார்க்கும் உருவங்களைத் தெரிந்துகொள்ள வசதியாக அமைந்திருக்கின்றன. அதில் பல 'ஓம்மாட்டீடியா' (ommatidia) எனும் பகுப்புகள் உள்ளன. அதன் ஒவ்வொன்றிலும் கார்னியா (cornea) கார்னியா உற்பத்தி செய்யும் செல்கள் (corneagen cells), ஒளி விலக்கும் தன்மை கொண்ட (refractile) படிகக் கூம்புகள் (crystalline cones), அதனைச் சுற்றிலும் 'ராப்டோம்' (rhabdome) என்ற அமைப்புக்களும் உள்ளன. ஒம்மாடீடியத்தைச் சுற்றி நிறமிகள் இருப்பதால் அதனினின்றும் ஒளி அடுத்த ஒம்மாடீடியத்தை அடைவதைத் தடுக்கின்றது. பார்க்கும் பொருளின் ஒரு சிறுபகுதியை ஒவ்வொரு ஒம்மாடீடியமும் தெரிந்துகொள்ள உதவுவதால், கூட்டுக் கண் ஏற்படுத்தும் பார்வை தினத்தாள்களில் வரும் படங்களில் உள்ளது போன்று பல புள்ளிகளால் ஆக்கப்பட்ட தோற்றத்தைத் தருகின்றது. இதற்குப் 'பல்பகுதி இணைத் தோற்றம்' (mosaic impression) என்று பெயர். இதனால்தான் மிகச் சிறிய அசைவையும் பூச்சியினங்கள் எளிதில் தெரிந்துகொள்கின்றன.

செயலாற்றல் கொண்ட சிறப்புடை அமைப்புப் பெற்ற கண்கள் சிப்பியா (sepia) என்ற மெல்லுடலியிலும், முதுகெலும்புள்ள பிராணிகளிலும் காணப்படுகின்றன. இவற்றைப் புகைப்படம் பிடிக்கும் கருவிக்கு (camera) ஒப்பிடலாம். இது உருண்டை வடிவமுடையது. அதன் சுவரில் மூன்று அமைப்புகள் இருக்கின்றன. வெளிச்சுவருக்கு 'விழிப்படலம்' (sclerotic coat) என்றும், அதன் உட்புறத்திற்குக் 'கோராய்டு உறை' (choroid coat) என்றும், அதன் உள்படலத்திற்குப் 'பார்வைப் படலம்' (retina) என்றும் பெயரிடப்பட்டுள்ளது.

விழிப்படலத்தின் முன்புறமாக ஒளி ஊடுகாண் (transparen) தன்மை கொண்ட கருவிழிப்படலமும் (cornea), அதன் வெளிப் புறம் விழிமுன்திரையும் (conjuctiva) உள்ளன. ஸ்க்லிரோடிக் உறை கண்ணின் முன்புறத்தில் ‘விழித்திரையாகவும்’ (iris), இதன் மையத்தில் ‘கண்மணிப்பாவை’ (pupil) எனும் வட்ட வடிவ இடம் இருக்கின்றது. விழித்திரையை இயக்கும் தசைகள் கண் மணிப் பாவையைச் சுருக்கவோ, விரிக்கவோ ஆற்றல் கொண்டவை. விழித்திரைக்குப் பின்புறமாக ஒரு விழி லென்ஸ் (lens), சிலியரி உறுப்பினுல் (ciliary body) ஸ்க்லிரோடிக் படலத்துடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றது. பார்வைப்படலம் கண்ணின் உள்சுவராக அமைந்திருக்கின்றது. இதில் உணர்வுக் கோல்களும், கூம்புகளும் (sensory rods and cones) உள்ளன. கண் கோளத்தின் பின்புறத்தினுள் கண் நரம்பு (optic nerve) கண்ணினுள் புகுந்து அதன் இழைகள் உணர்வுக் கோல்களுக்கும், கூம்புகளுக்கும் செல்கின்றன. விழிலென்ஸ் கண்ணின் உள்ளிடத்தை இரு அறைகளாகப் பிரிக்கின்றது. அதன் முன் உள்ள சிறிய ‘முன்னறையில் (anterior chamber), ‘முன் கண் ரசம்’ (aquous humour) என்றும் அதன்பின் உள்ள பார்வைப்படலத்தால் சுற்றப் பட்ட பெரிய அறையைப்‘பின்



படம் 28. பார்வைக் கோல்கூம்புகள்
1. கண் நரம்பு இழைகள்
2. பார்வைப் படல நரம்பு
3. கூம்புச்செல்
4. கோல் செல்
5. நிறமிப் படலம்
6. கோராய்டு உறை

அறை’ (posterior chamber) என்றும், அதனுள் வழவழப்பான அமைப்புடையதைப் ‘பின்கண் ரசம்’ (viterous humour) என்றும் கூறுகிறோம். பார்வைப்படலத்தில் ஏற்படும் உருவத்தைத் தெரிந்து கொள்ள உணர்வுகோலும், கூம்புகளும்தாம் இயல்படுகின்றன. அவைகளின் நுனிப்புறம் பார்வைப்படலத்தின் பரப்பில் நீட்டிக்

கொண்டிருக்கின்றன. அவைகளின் இயங்கும் பகுதி உட்புறமாக நிறமிகளுள் இருக்கின்றது. ஒவ்வொன்றைச் சுற்றியும் நிறமிகள் உள்ளன. கண் நரம்பின் இழைகள் அவைகளின் முன்புறத்தில் திரளாக முடிகின்றன.

பார்வைச் செயல்

உணர்வு செல்களில் ஏற்படும் வேதியியல் மாற்றத்தால் பார்வை உண்டாகிறது. உணர்வுக் கோல்களில் ரொடாப்ஸின் (rhodopsin) எனும் ஒரு பார்வைப் பழுப்புப் பொருள் இருக்கின்றது. இது ரெடினீன் (retinene) எனும் நிறமியும் ஆப்ஸின் (opsin) எனும் புரதமும் கொண்டது. மங்கிய வெளியில் இயல்படுவதால் உணர்வுக்கோல் பொருளை ஸ்கோடாப்சின் (scotopsin) என்றும் கூறுகின்றோம். கூம்புகளிலிருக்கும் நிறமி அதன் அதிக வெளிச்சத்தில் இயல்படுவதால் இதற்கு ஃபோடாப்சின் (photopsin) எனப் பெயர்.

ஒளிக்கதிர்கள் ரொடாப்ஸினில்பட, அது லூமி ரொடாப்ஸின் (lumi rhodopsin) மெடா ரொடாப்ஸின் (meta rhodopsin) என இருவகையாக மாற்றப்படுகின்றது. இதன்பின் இது ஆப்ஸினாகவும் (opsin), ரெடினீனாகவும் (retinene) மஞ்சள் நிறம் கொண்ட அமைப்பாக மாறுகிறது. மேலும் ஒளிக் கதிர்கள் தாக்க அது 'ஏ' (A) வைட்டமினாக மாற்றப்படுகிறது. இருள் நிலையில் ஆப்ஸினும் ரெடினீனும் இணைந்து மறுபடியும் ரொடாப்ஸின் ஆரம்ப நிலையை அடையச் செய்கின்றது.

ஒளிக்கதிர்
ரொடாப்ஸின் → லூமிரொடாப்ஸின் → மெடா ரொடாப்ஸின்;
ரொடாப்சின் ← ரெடினீன் + ஆப்சின் → 'A' வைட்டமின்.

4. வெப்பத் தூண்டுதல் பெறுபவை

மனிதத் தோலின் வெளிப்புறத்தைத் தொட்டுக்கொண்டு சில உணர்வுச் செல்கள் இருக்கின்றன. அவைகளுக்கு ரெப்பினியின் உறுப்புக்கள் (organs of raffini) எனப் பெயர். இவை வெளி வெப்ப நிலையை அறிந்துகொண்டு இயல்படும் ஆற்றல் கொண்டவை.

5. வலித் தூண்டுதல் பெறுபவை

மனிதனின் தோலின் மேற்புறத்தில் பல நுண் நரம்புகள் திரள்களாக அமைந்து, அவை வலி உணர்வுகளைத் தெரிந்துகொள்ள உதவுகின்றன.

பகுதி 9

நாளமில்லாச் சுரப்பிகள்

(ENDOCRINE GLANDS)

பிராணிகளின் உடலில் இருக்கும் சுரப்பிகளை நாளமுள்ள சுரப்பிகள் (exocrine glands) எனவும், நாளமில்லாச் சுரப்பிகள் (endocrine glands) எனவும் இருவகையாகப் பிரிக்கலாம். நாளமுள்ள சுரப்பிகளில் உண்டாக்கப்படும் சுரப்பி நீர் குழல்மூலம் வேறோர் உறுப்புக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகிறது. உமிழ் நீர் சுரப்பி, கல்லீரல், கணையத்தின் ஒரு பகுதி முதலியவை நாளமுள்ள சுரப்பிகளின் தொகுப்பைச் சார்ந்தவை. ஆனால், நாளமில்லாச் சுரப்பிகளுக்குக் குழல் கிடையாது. அவற்றினின்று வெளிப்படும் சுரப்பு நீர் இரத்தத்தினுள் செலுத்தப்பட்டு அதன்மூலம் உடலின் பல இடங்களுக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றது. 1888ஆம் ஆண்டு ஜோன்னஸ் முல்லர் (Johnnus Muller) என்பவர் கால்நடைகளில் காயடித்தல் (castration) மூலம் உடலில் ஏற்படும் மாறுதல்கள் இனப்பெருக்க உறுப்புகளினின்று வெளிப்படுத்தப்படும் வேதியியல் பொருள்கள் இன்மையால்தான் உண்டாகின்றன என்ற கோட்பாட்டைத் தெளிவுறச் செய்ததன்மூலம், நாளமில்லாச் சுரப்பி இயலுக்கு அடிக்கல் நாட்டினார். இக் கோட்பாட்டை 1849ஆம் ஆண்டு பர்த் ஹோல்ட் (Berth hold) என்பவர் சோதனைகள்மூலம் எடுத்துக் காட்டினார். இதற்குப்பின் க்ளாட் பர்னார்ட் (Claud Bernard) என்பவர் நாளமில்லாச் சுரப்பிகளின் தன்மையை மேலும் விரிவுபடுத்தினார். தற்காலத்தில் எல்லாவகை நாளமில்லாச் சுரப்பிகளின் அமைப்பு, சுரப்பி நீர், அதில் அடங்கியுள்ள வேதியியல் பொருள்கள், அவைகளின் சுரப்புத் தன்மையால் உடலில் ஏற்படும் நன்மை தீமைகள் முதலியவற்றைப் பிராணிகளில் ஆய்வுமூலம் நன்கு கண்டறியப்பட்டு நாளமில்லாச் சுரப்பி இயல் (endocrinology) எனும் ஒரு பெரும் பகுதியாக

வளர்ச்சியடைந்துள்ளது. நாளமில்லாச் சுரப்பிகள் ஏற்படுத்தும் உடல் இயக்கத்தன்மை, நரம்பு மண்டல இயக்கத்துடன் சமநிலையில் அதே முக்கியத்துவம் கொண்டுள்ளது.

நாளமில்லாச் சுரப்பிகளில் இரத்தக் குழல்கள் அதிகக் கணக்கில் உள்ளன. அவைகளினின்றும் ஹார்மோன் (hormone) அல்லது ஆட்டோகாய்டு (autocoid) எனும் வேதியியல் பொருள் வெளிப்படுகின்றது. இவை வளர்சிதை மாற்றத்தையும், உடல் வளர்ச்சியையும் கட்டுப்படுத்துகின்றன. இவை இரத்தத்தின் மூலம் உடலின் பல பகுதிகளுக்குச் சென்று, தேவையான மாற்றங் களை ஏற்படுத்துவதால் இவைகளுக்கு வேதியியல் தூதுவர்கள் (chemical messengers) எனவும் பெயரிட்டிருக்கின்றனர். ஹார் மோனை ஆய்வுக்கூடங்களில், வளர்ப்புப் பிராணிகளான பூனை, நாய், கால்நடைகள், கோழி முதலியவற்றின் உடலினுள் ஊசியின் மூலம் செலுத்துவதன் வாயிலாக, அப்பிராணிகளில் ஏற்படும் மாற்றங்களால் நாளமில்லாச் சுரப்பிகளின் இயக்கங்களைக் கண்டறி கின்றனர். ஹார்மோன்கள் சிக்கலான வேதியியல் அமைப்புக் கொண்டவை. பிட்யூட்டரி (pituitary), பாராதைராய்டு (para-thyroid), இன்சுலின் (insulin) போன்ற புரத அமைப்புக் கொண்டும், தைராய்டு (thyroid) அமினோ அமில அமைப்புக் கொண்டும், இனப் பெருக்க உறுப்பும் (gonad), அட்ரினல் சுரப்பி நீரும் ஸ்டிராய்டு அமைப்புக்கொண்டுமிருக்கின்றன.

ஒவ்வொரு ஹார்மோனும் குறிப்பிட்ட அளவில் இருந்தால் தான் உடலில் வளர்சிதை மாற்றமும், வளர்ச்சியும் சரிவர அமை கின்றன. ஒரு ஹார்மோனின் அளவு கூடுதலாகவோ, குறைவா கவோ இருப்பின், உடல்நலம் பாதிக்கப்படுகிறது. இதைச் சீராக்க ஹார்மோனின் அளவு நிலையைச் சரிசெய்தல்வேண்டும். ஹார் மோனின் வேதியியல் அமைப்பு இன்னும் சரிவரத் தெரிந்து கொள்ள இயலாமையால் அவைகளைச் செயற்கைமுறைமூலம் உற்பத்தி செய்ய இயலாது. ஹார்மோன் இயங்க ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலை தேவை.

கீழ்க்கண்ட நாளமில்லாச் சுரப்பிகள் மனித உடலில் இருக் கின்றன:

(1) பிட்யூட்டரி (Pituitary)

(2) தைராய்டு (Thyroid)

(3) பாராதைராய்டு (Parathyroid)

(4) தைமஸ் (Thymus)

(5) பைனியல் (Pineal)

(6) அட்ரினல் (Adrenal)

(7) லாங்கர்ஹானின் திட்டுக்கள் (Islets of Langerhans)

(8) இன உறுப்புச் சுரப்பிகள் (Sex glands)

பிட்யூட்டரி சுரப்பி

மூளையின் கீழ்ப்புறமாக 'டையன் ஸெபலானில்'(diencephalon) பட்டாணி அளவுகொண்டு, 0·7 கிராம் எடைகொண்ட பிட்யூட்டரி சுரப்பி அமைந்திருக்கின்றது. இதற்கு 'ஹைபோபைஸிஸ்' (hypophysis) எனவும் பெயர் உண்டு.

கருவின் வளர் பருவத்தில் இது மூளையின் கீழ்ப்புற முளைப்பினுலும் வாயறையின் மேல்நோக்கி வளரும் வெளிப்புடைப்பின் இணைப்பினுலும் உண்டாக்கப்படுகின்றது. மூளையிலிருந்து உண்டாக்கப்பட்ட பகுதிக்கு நியூரோபைஸிஸ் (neurophysis) எனவும் அல்லது பின்மடல் எனவும் வாயறையிலிருந்து தோற்றுவிக்கப்பட்ட பகுதிக்கு அடினேபைஸிஸ் (adenophysis) அல்லது முன் மடல் (anterior lobe) எனவும் பெயர். நியூரோபைஸிஸ், புற அடுக்கிலிருந்தும் (ectoderm), அடினேபைஸிஸ் 'அகஅடுக்கில்' (endoderm) இருந்தும் ஆக்கப்படுகின்றன. பாலூட்டிகளின் அடினேபைஸிஸில் மூன்று பிரிவுகள் உள்ளன.

(1) பார்ஸ் ட்யூபராலிஸ் (Pars tuberalis)

(2) பார்ஸ் இன்டர்மீடியா (Pars intermedia)

(3) பார்ஸ் டிஸ்டாலிஸ் (Pars distalis)

பிட்யூட்டரியின் ஹைபோ பைஸிஸை ஒரு பிராணியிலிருந்து வெட்டி எடுத்தால் அப்பிராணியின் வளர்ச்சி குன்றி, இனப்பெருக்க உறுப்பு உண்டாகாமல், தைராய்டு, அட்ரினல் சுரப்பிகள் அழிந்துபடுகின்றன. இப்பிராணிகளுக்கு பிட்யூட்டரியின் ஹார்மோனை உடலினுள் செலுத்தினுல் அவை சரியான நிலையை அடைகின்றன.

பிட்யூட்டரியின் முன் மடலுக்கும் பின்மடலுக்கும் வெவ்வேறு வகைப்பட்ட ஹார்மோன்களும் இயக்கங்களும் உள்ளன.

பிட்யூட்டரியின் முன்மடல் (Anterior Lobe of Pituitary)

இதிலிருந்து பலவகையான ஹார்மோன்கள் சுரக்கின்றன. அவைகளைப்பற்றி விரிவாகக் காண்போம்:

(அ) வளர்ச்சி ஹார்மோன் (Growth Hormone)-சுருக்கமாக (G.H.)

இது வளர்ச்சியைக் கட்டுப்படுத்துகின்றது. வளரும் பருவத்தில் இது கூடுதலாகச் சுரந்தால் உயரமும் (சில வேளைகளில் 8 முதல் 9 அடி வரை உயரமும்) உடல் கனமும் அதிகரித்துப் 'பேருருவம்' (gigantism) ஏற்படுகின்றது. வளர்ச்சிப் பருவம் முடிந்தபின் அதாவது நடுவயது தாண்டியபின் இச்சுரப்பி நீர் அதிகமாகச் சுரந்தால் முகத்தின் எலும்புகளான நாடி எலும்பு, நெற்றி எலும்பு முதலியவை அளவுக்கு மீறிப் பொருத்தமற்ற வளர்ச்சி அடைகின்றன. இந்நோய்க்கு 'அக்ரோமிகாலி' (acromegaly) எனப்பெயர்.

இதன் சுரப்பின் அளவு குறைந்தால் தசை வளர்ச்சி, மன வளர்ச்சி, இனப்பெருக்க உறுப்புகளின் வளர்ச்சி குன்றிவிடுவதால் பாதிக்கப்பட்டவர் குள்ளராகவும், மதிநுட்பமற்றவராகவும் அமைகின்றார். இதற்குக் 'குள்ளத்தன்மை' (dwarfism) எனப்பெயர்.

(ஆ) ஃபாலிகுலார் ஸ்டிமுலேடிங் ஹார்மோன் (Follicular Stimulating hormone) (F.S.H.)

இவ்வகை ஹார்மோன் இனப்பெருக்க அடிப்படை உறுப்புகளான கோனடின் (gonad) ஆதாரச் செல்களின் உற்பத்தியை ஊக்குவிக்கச் செய்கின்றது. அண்டச்சுரப்பி (ovary), அண்டம் (ova) உற்பத்தி செய்வதற்கும், முட்டை வெளியேற்றப்பட்டவுடன் கார்பஸ் ல்யூட்டியம் (corpus leuteum) தோன்றுவதற்கும் இந்த ஹார்மோன் தேவையாக அமைகின்றது. இது அதிக அளவில் சுரந்தால் வயதுக்கு மீறிய இனவளர்ச்சி (precocity) தோன்றுகிறது; குறைந்த அளவில் சுரந்தால் சூல்பையும் விந்துச்சுரப்பியும் (testis) சீர்கேடடைகின்றன.

(இ) லுடினைஸிங் ஹார்மோன் (Lutinizing Hormone) (L.H.)

பெண்ணினத்தில் இவ்வகை ஹார்மோன் அண்டச் சுரப்பியிலிருந்து (ovary) முட்டைகள் வெளியிடப்படவும், கார்பஸ் ல்யூட்டியம் உண்டாவதற்கும் செயல்படுகின்றது. ஆண்களில் இது ஆண் இனப்பரல் சுரக்கும் ஹார்மோனை டெஸ்டிரோஸ்டிரோன் (testerosterone) உற்பத்தி செய்யப் பயன்படுகின்றது.

(ஈ) தைரோ ட்ராபிக் ஹார்மோன் (Thyrotrophic Hormone) (T.T.H)

இதற்கும் தைராய்டு சுரப்பியின் இயக்கத்திற்கும் இணைப்புத் தொடர் உள்ளது கொண்டு, இதன் இயக்கமும், தைராய்டு

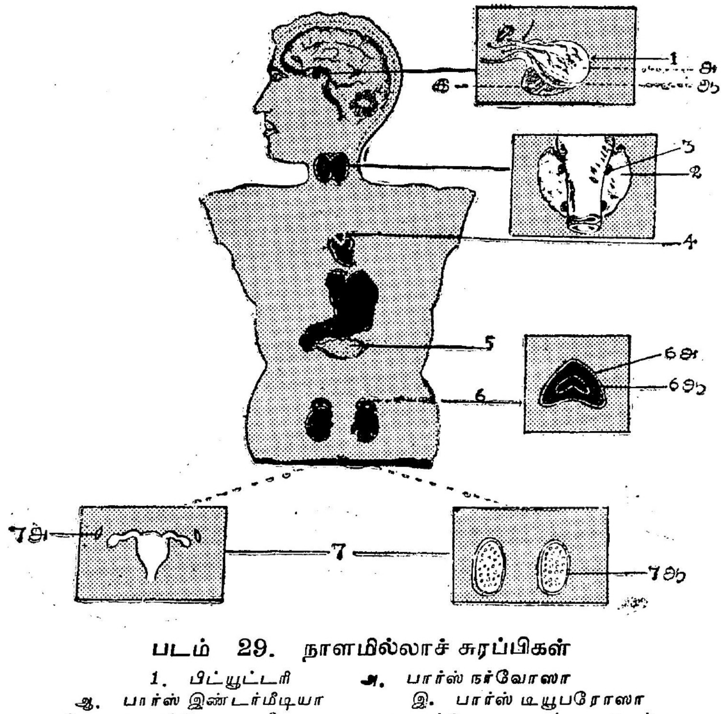
இயக்கமும் ஒன்றுகவே உள்ளன. இதன்பணி அயோடினைப் (iodine) பயன்படுத்தி தைராக்ஸினைச் (thyroxine) சுரக்க வைப்பதே.

(உ) அட்ரினோ கார்டிகோட்ராபிக் ஹார்மோன் (Adreno-cortico trophic Hormone—சுருக்கமாக A.C.T.H.)

'அட்ரினல் புறணி' (adrenal cortex) கார்ட்டிஸோன்ஹார்மோனை (cortisone hormone) சரிவரச் சுரக்க A.C.T.H. அவசியமாக இருக்கின்றது. இதன் கூடுதல் சுரத்தலினுல், கழுத்து, முகம் முதலியன அதிக அளவில் பருத்து 'குஷிங் நோயை' (cushing's disease) தோற்றுவிக்கச் செய்கின்றது.

(ஊ) புரோலாக்டின் அல்லது லாக்டோஜெனிக் ஹார்மோன் (Prolactin or LactogenicH ormone—சுருக்கமாக் L.H.)

பெண் இனத்தில் மக்கட்பேறு காலத்திற்குப்பின், பால் சுரப்பிகளில் பால் சுரப்பதற்குப் பயன்படுகிறது.



படம் 29. நாளமில்லாச் சுரப்பிகள்

1. பிட்யூட்டரி அ. பார்ஸ் நர்வோஸா
ஆ. பார்ஸ் இண்டர்மீடியா இ. பார்ஸ் டியூபரோஸா
2. தைராய்டு 3. பாரா தைராய்டு 4. தைமஸ்
5. லாங்கர் ஹானின் திட்டுக்கள்
6. அட்ரினல் அ. அட்ரினல் புறணி ஆ. அட்ரினல் மெடுல்லா
7. இனப்பால் சுரப்பிகள் அ. அண்டச் சுரப்பி ஆ. விந்தணுச் சுரப்பி.

பிட்யூட்டரியின் பின்மடல் (Posterior lobe of Pituitary)

பின்மடலில் இருந்து எடுக்கப்பட்ட வேதியியல் பொருள்களி லிருந்து 'பிட்யூட்டரின்' (pituitrin) எனும் பொருளும் 'பிட்ரிஸின்' (pitressin), அல்லது ஆக்ஸிடோஸின் (oxytocin) எனும் பொரு ளும் வேறுபடுத்தப்பட்டன.

பிட்யூட்டரின்

இதற்கு ஆன்டி டையூரடிக்-வேஸோ-பிரஸ்ஸியன் ஹார்மோன் (anti diuretic-vasopresion hormone) என்ற பெயரும் உண்டு. இந்த ஹார்மோன் கோடற்ற தசைகளின் (unstriped muscles) நிலையான இயக்கத்திற்கும், இரத்த அழுத்தம் சீரான நிலையில் இருக்கவும் உதவுகின்றது. சாதாரண நிலையிலுள்ள பிராணியின் உடலினுள் இந்த ஹார்மோனைச் செலுத்தினால், கோடற்ற தசை அளவுக்கு மீறிச் சுருங்குவதால், அதிலும் இரத்தக்குழல் தசைகள் சுருக்கத்தால் இரத்த அழுத்தம் கூடுதலடைகின்றது. கருப்பை சுவர்த் தசைகளும், சிறுநீர்ப்பைத் தசைகளும், வேகமாகவும், அடுத் தடுத்தும் சுருங்குகின்றன. வெளிப்படும் சிறுநீர் குறைந்த அளவில் தான் உள்ளது. ஏனெனில் சிறுநீரகம் சோடியம் அயனிகளையும் தண்ணீரையும் மறுபடியும் உட்கவருகின்றன. பிட்யூட்டரியின் பின் மடல் வெட்டி எடுக்கப்பட்டால், அதாவது அதன் ஹார்மோன் குறைந்த அளவில் இருப்பின், சிறுநீர் அதிக அளவில் வெளியேற்றப் பட்டு உடல்நிலை கெடுகிறது. அந்நோய்க்கு 'டையாபிடிஸ் இன்ஸி பிடஸ்' (diabetes insipidus) எனப் பெயர்.

ஆக்ஸிடோஸின்

இந்த ஹார்மோன் கருவுண்ட பெண்களில், கருப்பை சுருங்கி விரிந்து குழந்தையை வெளியே தள்ளப் பயன்படுகிறது. குழந்தை பிறந்தபின் பால் சுரப்பிகளினின்றும் பால் சுரக்க இந்த ஹார்மோன் ஊக்குவிக்கின்றது.

பிட்யூட்டரி சுரப்பி தைராய்டு, அட்ரினல், இனப்பால் சுரப்பி கள் போன்ற எல்லா நாளமில்லாச் சுரப்பிகளின் இயக்கங்களையும் கட்டுப்படுத்துவதால் இதை 'நாளமில்லாச் சுரப்பிகளின் தலைமை' (leader of endccrine glauds) என்றும் கூறுவர்.

தைராய்டு சுரப்பி

குரல் வளைக்குக் கீழே மூச்சுக் குழலுக்குப் பக்கங்களில் பக்கத் திற்கு ஒன்றாக இரு மடல்கள் கொண்டது தைராய்டு சுரப்பி. இவ்விரு மடல்களும் 'தைராய்டு இணைப்பினால்' (isthmus) தொடர்பு

கொண்டுள்ளன. இச் சுரப்பிக்கு அதிக அளவில் இரத்த ஓட்டம் ஏற்படுத்தப்பட்டிருக்கிறது. இது தைராக்ஸின் (thyroxine) எனும் ஹார்மோனைச் சுரக்கின்றது. இதில் அயோடின் (iodine) இன்றி யமையாத மூலகம். இந்த ஹார்மோன் ஆக்ஸிகரண அளவையும், வளர்ச்சியின் தன்மையையும் நிலைநாட்டுகின்றது.

தைராய்டுவின் அளவு சிறியதாக இருந்தாலோ, தைராக்ஸின் குறைந்த அளவில் சுரந்தாலோ, அதற்கு 'ஹைபோதைராடிஸம்' (hypothyroidism) எனப் பெயர். அந்நிலையில் 'காய்ட்டர்' எனும் 'கழலை நோய்' (goitre) தென்படுகிறது. குழந்தைப் பருவத்தில் இந்நோய் கண்டால் உடல்வளர்ச்சி, மனவளர்ச்சி, இனப்பெருக்க வளர்ச்சி குன்றி 'கிரெடினிஸம்' (cretinism) என்னும் குள்ளத் தோற்றம் ஏற்படுகின்றது. 14 வயது இளைஞன் 7 வயதுக் 'குழந்தை போன்ற தோற்றத்தை' (infantalism) அடைகின்றான். சாதாரணமாக அவ்விளைஞன் மனவளர்ச்சியற்று, முட்டாள் போன்ற நடவடிக்கைகள் கொண்டு இருக்கின்றான். பொதுவாக இந்நோய் கண்டவர்கள் ஊமையராகவும், செவிடராகவும் இருக் கின்றனர். இந்நோயை, ஊசிமூலம் தைராக்ஸின் உடலினுள் செலுத்துவதன் வாயிலாகக் குணப்படுத்தலாம்.

வயது வந்த பருவத்தில் தைராக்ஸின் குறைவினால் 'கல்நோய்' (gull's disease) அல்லது மிக்ஸோடிமா (myxodema) எனும் நோய் தோன்றுகிறது. இதனால் வளர்சிதை மாற்றம் குறைவடைந்து, தோல் தடித்து முகம், கைகள் வீக்கமடைந்த தோற்றத்தைக் கொடுத்து மனச்சோர்வு கொண்ட நிலை ஏற்படுகிறது. தைராய்டு செலுத்துவதன்மூலம் இக்குறைபாடுகள் அகற்றப்படலாம்.

தைராய்டு அளவுக்கு மிகுதியாகப் பெரிதாக இருப்பினும் சுரப்பிநீர் அதிகரித்தாலும் அதற்கு ஹைபர் தைராய்டிஸம் (hyper thyroidism) எனப் பெயர். அப்பேர்ப்பட்ட மனிதனின் உடலில் ஆக்ஸிகரணம், வளர்சிதை மாற்றத்தின் அளவு அதிகரிக்க அவர் மிகச் சுறுசுறுப்பாகவும், அஞ்சி நடுங்குபவராகவும் உணர்ச்சி வயப் பட்டவராகவும் இருக்கின்றார். அதிக வளர்சிதை மாற்றத்தினால் இரத்தத்துடிப்பு அதிகரித்து உடல் ஒல்லியாகவும், விழி குழிகளி னின்றும் வெளிப்புடைத்துக்கொண்டுமிருக்கின்றது. இந்நோய்க்கு 'எக்ஸாப்தால்மிக் காய்டர்' (exopthalmic goitre) என்று பெயர். அதிக அளவிலான தைராய்டு சுரப்பியை அறுவைச் சிகிச்சை (thyroidctomy) மூலம் அகற்றியோ, கதிர் இயக்கச் சிகிச்சைமூலம் அதைக் குறைத்தோ நோய் நீங்கிச் சமநிலை ஏற்படும்.

தைராய்டின் செயல்பாடு பிட்யூட்டரியின் செயல்பாடுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. தைராய்டு கூடுதலாகச் சுரந்தால் பிட்யூட்டரியின் தைரோட்ராபிக் ஹார்மோனின் சுரப்பு மிகுதியாகின்றது. பருவமடையும் காலத்தில் தைராய்டு சுரப்பியின் கூடுதல் சுரக்கும் தன்மை இனப்பால் சுரப்பிகளின் அளவை மிகுதியாக்குகின்றது. இனப்பால் சுரப்பிகளை உடலிலிருந்து அகற்றினுல் தைராய்டு சுரப்பியின் அளவு குறைகின்றது.

நில நீர்வாழ்விகளின் வாழ்க்கைச் சரிதத்தில் உருமாற்ற நிலையில் (metamorphosis) தைராய்டு பெரும் பங்கேற்கின்றது. அயோடின் அற்ற நீர்நிலைகளில் வாழ்ந்துவரும் சலமாண்டர் (salamander) எனும் பிராணியின் லார்வா உருமாற்றம் அடையாமலேயே தொடர்ந்து லார்வா நிலையில் நீடித்து வருகின்றது. இந்த லார்வாவிற்கு ஆக்ஸலாட்டில் (axolotl) எனப் பெயர். ஏனெனில் அயோடின் தைராக்ஸினுக்குத் தேவையானதால் அயோடின் இல்லாமையால் தைராய்டு இயங்க இயலாத நிலையில் இருக்கின்றது. ஆக்ஸலாட்டிலுக்கு அயோடினை உணவாகக் கொடுத்தால் அது உருமாற்றம் அடைகின்றது. தவளையின் தலைப்பிரட்டையில் தைராய்டு சுரப்பியை வெட்டியெடுத்துவிட்டால் அதன் உருமாற்றம் தடைபெறுகின்றது.

பாரா தைராய்டு சுரப்பி

தைராய்டு சுரப்பிகளின் சுவரில் அடிப்புறமாக இரு ஜதை உருண்ட அமைப்புக்களே பாராதைராய்டு சுரப்பிகள். அவை ஓர் அங்குல நீளம் கொண்டும் மஞ்சள் நிறமுடையனவாகவும் தோற்றம் அளிக்கின்றன. அவைகளில் இரத்தக் குழல்கள் மிகுதியாகக் காணப்படுகின்றன. அவை சுரக்கும் ஹார்மோனுக்குப் பாராதைராக்ஸின் (para thyroxine) எனப் பெயர். இது கால்சியம் வளர்சிதை மாற்றத்தைக் கட்டுப்படுத்துகின்றது.

ஒரு நாயின் ‘பாரா தைராய்டு’ சுரப்பியை அகற்றினுல் அதனுடைய தசைகள் யாவும் ஒன்றுபட்டு இயங்கும் தன்மை குன்றி, தசை இயக்கம் தடைபெற்று 2, 3 நாட்களில் அதன் தசையில் இழுப்புகண்டு இதயத்துடிப்பு சுவாசம் அதிகரித்து உடல் வெப்பம் மிகுதியாகிப் பின்னர் அது இறந்துவிடுகிறது

சாதாரணமாக 100 c.c. இரத்தத்தில் 9 லிருந்து 12 மில்லி கிராம் கால்சியம் இருக்கின்றது. பாரா தைராய்டின் சுரப்பில் குறைவு ஏற்படின் கால்சியத்தின் அளவு 5 லிருந்து 7 மில்லி கிரா

மாகக் குறைகின்றது. தசை இயக்கத்திற்குக் குறிப்பிட்ட அளவு கால்சியம் குறைவினுல் தசைகள் சுருக்க நிலையிலேயே இருந்து 'டிடனி' (tetany) எனும் நோய் காண்கின்றது. பாரா தைராய்டின் ஹார்மோன், உணவிலிருந்து கால்சியத்தை உடல் எடுத்துக் கொள்வதைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. இந்த ஹார்மோனின் குறை விஞல் உணவில் உள்ள கால்சியம் உடலிஞல் கவரப்படாமல் மலத்துடன் வெளியேற்றப்படுகிறது. எனவேதான் இரத்தத்தில் கால்சியம் அளவு வீழ்ச்சி அடைகின்றது.

பாராதைராக்ஸின் மிகுதியாகச் சுரந்தால், இரத்தக் கால்சியம் அளவு அதிகரித்து, கல்லீரல், நுரையீரல், சிறு நீரகம் போன்ற உறுப்புகளில் தேக்கி வைக்கப்படுகிறது. சிறுநீருடன் அதிகமான அளவு கால்சியம் அகற்றப்படுவதால், எலும்பிலிருந்து கால்சியம் இழக்கப்பட்டு எலும்புக் கால்சியம் குறைய மரணம் ஏற்படுகிறது.

தைமஸ் சுரப்பி (Thymus Gland)

மூச்சுக் குழலின் கீழ்ப்புறமாகவும் இதயச் சுவரின் மேல்புற மாகவும் அமைந்திருக்கும் செல்களின் கூட்டம் தைமஸ் சுரப்பியாக இருக்கின்றது. மனிதனின் வளர்ச்சிப் பருவமான 7வயது முதல் 14 வயதுவரை இது நன்ருக உண்டாக்கப்பட்டு 14 வயதுக்குப் பின்னர், இதன் அளவு படிப்படியாகக் குறைந்து முடிவில் பருவ மடையும் காலத்தில் இணைப்புத் திசுவாக மாறுகிறது. இதில் 'நியூக் ளியோ புரோடின்' அதிக அளவில் இருக்கின்றது.

இதன் ஹார்மோனைப்பற்றியோ, அதன் செயல்பாடுகள், குறை பட்ட சுரக்கும் தன்மை, அதிக அளவில் சுரக்கும் தன்மை, இவை களின் நன்மை தீமைகள்பற்றியோ ஒன்றும் சரிவரத் தெரிந்து கொள்ளப்படவில்லை. ஆயினும் இச்சுரப்பியின் நீக்கத்தாலும், இச்சுரப்பியின் உறை சத்து (extract) உடலினுள் ஏற்றப்பட்டு அவைகளால் தோன்றும் மாற்றங்களைக் கொண்டு இச்சுரப்பிக்குப் பல ஊகங்கள் கொண்ட செயல்பாடுகள் விவரிக்கப்படுகின்றன. புருவின் உடலில் இச்சுரப்பி சிறிதாக இருக்கும் நிலையில் அப்புரு இடும் முட்டையின் ஓடு கடினமான அமைப்புடன் இல்லாமல் மெதுவாக இருக்கின்றது. இதன் காரணத்திஞல் கடினமான முட்டை ஓடு உண்டாக்க இச்சுரப்பி உதவுகின்றது எனக் கூறப் படுகிறது. மனிதனில் இச்சுரப்பி 7முதல் 14 வயதுவரை நன்கு உண்டாகியிருப்பதால் இதற்கும் வளர்ச்சிக்கும் தொடர்பு இருப்ப தாகக் கருதுகின்றனர்.

அட்ரினல் சுரப்பி

மனித உடலினுள் ஒவ்வொரு சிறுநீரகத்தின் மேற்புறமும் 7 அல்லது 8 கிராம் எடைகொண்டு ஒன்று அல்லது இரண்டு அங்குல நீளமுடைய இரத்தக் குழல்களால் சூழப்பட்ட அட்ரினல் சுரப்பிகள் இருக்கின்றன. இதற்குத் தெளிவாக வேறுபடுத்தப்பட்ட இரு பகுதிகள் உள்ளன.

அவை (1) அட்ரினல் புறணி (adrenal cortex)

(2) அட்ரினல் உள்பாகம் (adrenal medulla) என்பன

அட்ரினல் சுரப்பியில் காயம் ஏற்படின் மரணம் உண்டாகின்றது.

அட்ரினல் கார்டக்ஸ் இடை அடுக்கில் இருந்தும், அட்ரினல் மெடுல்லா புற அடுக்கி (ectoderm) லிருந்தும் உண்டாக்கப்படுகின்றன.

அட்ரினல் கார்டக்ஸ்

இதற்குக் கேடு விளைவித்தால் உயிருக்கு ஆபத்து ஏற்படுகின்றது. அட்ரினல் கார்டக்ஸை நீக்கிவிட்ட பிராணி, பசியின்மை கொண்டு, இரத்த அழுத்தம் குறைந்து தசைத் தளர்ச்சி ஏற்பட்டு, உடல் தளர்ச்சி தோன்றி, உடல் வெப்ப நிலை குறைந்து இரத்தத்தில் சோடியம் உப்புக்களின் அளவு குறைந்து, பொட்டாசியம், கால்சியம், பாஸ்பேட் முதலானவை கூடுதலடைந்து, இரத்தத்தில் கிளைகோஜன் அளவு குறைந்து, சிறுநீரக இயக்கம் தடைப்பெற்றுப் படிப்படியாகக் களைப்பு அதிகரித்து அப்பிராணி மரணமடைகின்றது.

அட்ரினல் கார்டக்ஸின் ஹார்மோன், தண்ணீர், உப்புக்கள் இவைகளின் வளர்சிதை மாற்றத்தைக் கட்டுப்படுத்துகின்றது. இதன் குறைவினுல் உடலிலிருந்து தண்ணீரும் சோடியமும் அதிகமான அளவு அகற்றப்படுகின்றன. இச் சுரப்பி சரிவர இயங்காவிடில் 'அடிஸன் நோய்' (addison's di ease) உடலில் தோன்றுகின்றது. இதன் காரணத்திஞல், தோலில் நிறமியுள்ள இடங்களும், நிறமியற்ற இடங்களும் திட்டுத் திட்டாக அமைந்து காலப் போக்கில் தோலில் வெண்கல நிறம் உண்டாக்கப்படுவதால் இதற்கு 'வெண்கல நோய்' (bronze disease) என்ற பெயரும் உண்டு. நோய் தோன்றிய, இரண்டு மூன்று ஆண்டுகளில் உடல் சிறுத்து

மன ஏக்கம் ஏற்பட்டு, களைப்பு அதிகரித்து, இரத்த சோகை உண்டாகி இறுதியில் மரணம் ஏற்படுகிறது.

அட்ரினல் கார்டக்ஸிலிருந்து, கார்டிஸோன் (cortisone) என்றும், கார்டிகோஸ்டீரோன்' (corticoste one) என்றும் இரண்டு ஹார்மோன்களைக் கண்டறிந்திருக்கின்றனர். இவை தரசப் பொருள்களின் வளர்சிதை மாற்றத்தைக் கட்டுப்படுத்துகின்றன.

கார்டிஸோன் அமினோ அமிலத்திலிருந்து புரதப் பொருள் உண்டாக்குவதற்குக் காரணமாக இருக்கின்றது. இவை உடலின் உபயோகத்திற்குக் குளுகோஸ் மாற்றத்தை உண்டாக்குகின்றது. இந்த ஹார்மோனை உடலினுள் செலுத்திக் கொழுப்புப் பொருள் சிதைவு விரைவுபடுத்தப்பட்டுக் 'கீட்டோன்' (ketone) பொருள்கள் உண்டாகின்றன.

கார்டிகோஸ்டிரோன், சோடியம் வளர்சிதை மாற்றத்திற்கும், சிறுநீர்க் குழல்கள் சோடியத்தைக் கவர்வதற்கும் பயன்படுகின்றன.

அட்ரினல் கார்டக்ஸில் மேலும் சில ஹார்மோன்கள் உள்ளன. இவை இனப்பால் சுரப்பி ஹார்மோன்களின் தன்மையைக் கொண்டுள்ளன. அட்ரினல் கார்டக்ஸ் பெரிதடைந்திருந்தால் இனப்பால் உணர்ச்சி அசாதாரண நிலையை அடைகின்றது. சிறு பருவத்தில் இதன் கூடுதல் அளவினால் குழந்தைப் பருவத்திலேயே இனப்பால் உணர்ச்சி அதிகரிக்கப்பட்டு அக்குழந்தை 'பிஞ்சிலேலே பழுக்கின்றது' (precocity). பெண்களில் இது அதிக அளவில் வளர்ந்திருந்தால் அவர்களின் பெண்மை மாறி ஆண்மைத் தன்மை தோன்ற ஆரம்பிக்கின்றது. மெல் உடல் பருத்து, இன்குரல் கரகரத்து, முகத்திலும் உடலிலும் உரோமம் அடர்த்தியாக வளர்ந்து, ஆண்தோற்றம் ஏற்படுகின்றது. இதற்கு 'விரிலிஸம்' (virilism) எனப் பெயர்.

கார்டிஸோனின் செயல்கள் பிட்யூட்டரியின் 'அட்ரினோ கார்டிகோட்ராபிக்' ஹார்மோனைப் போன்றுள்ளன. இதன்மூலம் பிட்யூட்டரியின் சுரப்பு அட்ரினல் கார்டக்ஸின் சுரக்கும் ஹார் மோனைக் கட்டுப்படுத்துகிறது.

அட்ரினல் மெடுல்லா

இச் சுரப்பியில் அட்ரினலின் (adrenaline) என்றும், நார் அட்ரினலின் (nor-adrenalire) என்றும் இரு வகை ஹார்மோன்கள் சுரக்கின்றன. இவை செயற்கை முறையிலும் தயாரிக்கப்

படுகின்றன. இந்த ஹார்மோனை ஊசிமூலம் இரத்தத்தினுள் செலுத்தினுல் இரத்தக் குழல்கள் சுருங்கி, இரத்த அழுத்தம் கூடு கிறது. இதயத் துடிப்பின் எண்ணிக்கை குறைகின்றது. கோடற்ற தசைகளில் சுருக்கம் மிகுதியாக்கப்படுதலால், கருப்பை (uterus), சிறுநீர்ப்பை முதலியன விரைவாகச் சுருங்குகின்றன; கண்ணின் பாவை விரிவடைகின்றது. வளர்சிதை மாற்றத்தின் அளவு அதிகரிக்கப்படுகின்றது. கல்லீரலில் கிளைகோஜன் மாற்றமடைவ தால் இரத்தத்தில் குளுகோஸ் அளவு கூடுகின்றது. மேற்கூறிய ஊறுப்புகளில் இயல் மாற்றங்கள், அச்சம் கொண்ட நிலையிலும் ஏற்படுகின்றன. தீங்கு விளைவிக்கும் சூழ்நிலையில் அச்சம் ஏற்பட, அதைத் தவிர்க்கக் கூடுதலான இயக்கங்கள் உடலில் நடத்தப்படல் வேண்டும். அதற்கு அதிக சக்தி வெளிப்படுத்தல் வேண்டும். இம் மிகுதியான சக்தி வெளிப்படுவதற்கு அச்சம் கொண்ட நிலையில் இரத்தத்துடன் சிறிதளவு அட்ரினலின் செலுத்தப்படுகிறது. ஆகையால், இச் சுரப்பியை 'நெருக்கடி நிலைச் சுரப்பி' (emergency gland) எனக் கூறுகிறோம். இது அச்சமுறவும், போரிடவும், அச் சம் உறுத்தும் இடத்தினின்றும் ஓடிச் செல்லவும் பயன்படுவதால் இதை 'Gland for fright, light and flight' எனச் சிலேடையாகக் கூறலாம்.

பரிவு மண்டல நரம்புச் செல்களும், அட்ரினல் மெடுல்லாவி லுள்ள செல்களும் ஒரே விதத்தில் ஆரம்பத் தோற்றம் கொள் கின்றன. மேலும் பரிவு மண்டல நரம்புகளில் சுரக்கும் ஸிம்பதின் (sympathin) எனும் வேதியியல் பொருளும், அட்ரினலின் வேதி யியல் பொருளும் செயல்களில் வேறுபாடின்றி உள்ளன. இவ் வகை ஒற்றுமையைக் கானன் (W. B. Cannon) என்பவர் கண்டறிந் தார். இவைகள் ஒரே குணம் கொண்டிருப்பதால் இவை இரண்டை யும் 'அட்ரினோ-சிம்பதடிக் ஸிஸ்டம்' (adreno-sympathetic system) என இணைக்கின்றோம்.

லாங்கர்ஹானின் திட்டுகள் (Islets of Longerhans)

கணையத்தில் சில செல் தொகுதிகள் சிறு சிறு பகுதிகளாக அமைந்துள்ளன. அவைகளை 'லாங்கர்ஹானின் திட்டுகள்' எனக் கூறுகிறோம். இவை இரத்தக் குழல்கள் கொண்டவைகளாக உள்ளன. இவற்றினின்றும் 'இன்சுலின்' (insulin) எனும் வேதி யியல் பொருள் இரத்தத்துடன் நேரடியாகச் சேர்க்கப்படுவதால், இது நாளமில்லாச் சுரப்பி இனத்தைச் சார்ந்தது. கணையம் நாள முள்ள சுரப்பியாகவும், நாளமில்லாச் சுரப்பியாகவும் செயல்படு கின்றது. இன்சுலின் தரசப் பொருள் வளர்சிதை மாற்றத்தைக்

கட்டுப்படுத்துகின்றது. இது ஓர் அமினோ அமில இனத்தைச் சார்ந்தது.

இரத்தத்தில் எப்பொழுதும் ஒரு சதவிகிதம் சர்க்கரைப் பொருள் இருந்து வருகிறது. 'லாங்கர்ஹானின் திட்டுகள்' சரிவர இயங்காவிடில் இன்சுலினைக் குறிப்பிட்ட அளவில் சுரக்க இயலாமையால் 'இரத்தச் சர்க்கரை' (blood sugar) பயன்படாத நிலையில் இருந்துவருகின்றது. மென்மேலும் கல்லீரலிலிருந்து க்ளை கோஜன் இரத்தத்தினுள் செலுத்தப்பட, அது சிதைவு அடையாத காரணத்தால், இரத்தச் சர்க்கரையின் அளவு 3 சத விகிதம்வரை கூடுகின்றது. இதற்குக் 'கூடுதல் சர்க்கரை நிலை' (hyper glycemia) எனப் பெயர். இக் கூடுதல் சர்க்கரை, இன் சுலின் குறைவின் காரணத்தால், சிதைவு அடையாததால், கூடுதலான இந்தச் சர்க்கரை உடலிலிருந்து அகற்றப் படவேண்டும். இக் கூடுதல் சர்க்கரை சிறுநீரகத்திற்கு எடுத்துச் செல்லப்பட்டு, வேறு வழியின்றிச் சிறுநீரகம் இதை இரத்தத்தி லிருந்து பிரித்தெடுத்துச் சிறுநீருடன் அகற்றுகின்றது. இதனால் சிறு நீரகத்திற்கு வேலைப்பளு அதிகரிக்கின்றது. சிறுநீருடன் சர்க்கரை வெளியேறும் தன்மைக்கு 'நீரிழிவு நோய்' (diabetes mellitus) எனப் பெயர். உடனடிச் சக்தி வெளியாவதற்குச் சர்க்கரை இன்றியமையாத பொருள். இப்பொருள் உடலினின்றும் வெளியேற்றப்படுவதனால், சக்தியானது மற்ற உணவுப் பொருள் களினின்றும் கிடைத்தல் வேண்டும். இதனால் புரதப்பொருள் சக்தியை அளிக்கப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. புரதத்தில் கலோரி அளவு குறைவு. மேலும் புரதச் சிதைவு மாற்றத்தினால் மிகுதியான நைட்ரஜன் கழிவுப் பொருள்கள் உண்டாகின்றன. நீரிழிவு நோயாளிக்கு மற்ற பிராணிகளின் கணையத்திலிருந்து எடுக்கப் பட்ட இன்சுலினை ஊசிமூலம் உடலினுள் செலுத்த, இன்சுலின் இரத்தத்திலுள்ள மிகுதிச் சர்க்கரையை சிதைவு அடையச்செய்து, சர்க்கரை அளவை இரத்தத்தில் குறையச் செய்கின்றது இரத்தத்தின் சர்க்கரை கூடுதல் அடையும் சமயங்களில் இன்சுலின் உடலினுள் செலுத்தப்படவேண்டும். இது நிலையான பரிகாரம் அல்ல ஏனெனில் சர்க்கரை வியாதி உள்ளவருக்கு நாள்தோறும் இன் சுலின் உடலினுள் செலுத்தப்படவேண்டும்.

உடலினுள் சமநிலை இரத்தச் சர்க்கரை கொண்ட நோயற்ற மனிதனின் உடலில் இன்சுலினைச் செலுத்தினால், இரத்தத்தில் சர்க்கரை விரைவாகச் சிதைவு பெற்று, இரத்தச் சர்க்கரைநிலை, 1 சதவிகிதத்திற்கும் குறைவாகக் குறைக்கப்படுகின்றது. இத் தன்மைக்குக் 'குறைந்த சர்க்கரை நிலை' (hypoglycemia) எனப்

பெயர். இதனால் 'உடலில் வலிப்பு' (convulsion) உண்டாகி சுவாசம் தடைப்பட்டு, மயக்கநிலை (coma) உண்டாகிறது. இந்த, ஆபத்தான நிலையில் பாதிக்கப்பட்டவர் உடலில் குளுகோஸ் தண்ணீர் செலுத்தினால் இரத்தச் சர்க்கரை சரிநிலையை அடைய மயக்கநிலை மாறிக் குணமடைகின்றார். நீரிழிவு நோயாளிகளுக்கு இன்சுலின் அளவு கவனமாகக் கணிக்கப்பட்டுத்தான் கொடுக்க வேண்டும். அளவு கூடுதலடைந்தால் 'ஹைபர்க்ளைஸிமியா' ஏற்படும். சரியான அளவு இன்சுலினை நாள்தோறும் உடலில் செலுத்தினால் நீரிழிவு நோயாளியின் வாழ்நாளை நீடிக்க இயலும்.

நாளமில்லாச் சுரப்பிகளின் படிமலர்ச்சி (Evolution of Endocrine system)

குரல்வளைக்குக் கீழே மூச்சுக் குழலுக்குப் பக்கங்களில் பக்கத்திற்கு ஒன்றாகக் காணப்படும் தைராய்டு சுரப்பியினை ஆரம்ப முதுகெலும்புப் பிராணிகளில் (prochordates) உள்ள (endostyle) என்டோஸ்டைல் என்ற உறுப்போடு தொடர்புபடுத்தலாம். இதைப் பெட்ரோமைஸான் (petromyzon) என்ற பிராணியின் என்டோஸ்டைலின்மூலம் நன்கறியலாம். பெட்ரோமைஸானின் 'அம்மோசீடஸ் லார்வா' தனக்கு வேண்டிய உணவை என்டோஸ்டைலில் உள்ள நுண்மயிர்த் தொகுதியின்மூலம் பெற்றுக்கொள்ளுகின்றது. லார்வாவானது வளர்ந்து முதிர்ச்சி அடையும்பொழுது அதன் உணவுப் பழக்கம் மாறுகின்றது. ஆகவே என்டோஸ்டைலில் உள்ள ஒரு சில செல்கள் தைராய்டு சுரப்பியாக மாறுகின்றன. பாராதைராய்டு சுரப்பியானது மீன் இனத்தைத் தவிர மற்றைய எல்லாப் பிராணிகளிலும் உள்ளன. ஆனால் மீன் இனத்தில் ஒரு சில செல்கள் கடைசிச் செவுளின் உள் பகுதியில் காணப்படுகின்றன. ஒருவேளை இந்தச் செல்கள் பாரா தைராய்டின் வேலைகளைச் செய்யலாம் என்று விஞ்ஞானிகள் கருதுகின்றனர். 'தைமஸ்' சுரப்பியானது எல்லாப் பிராணிகளிலும் உள்ளன. இருந்தபோதிலும் பாலூட்டிகளில்தான் தெளிவாகத் தெரிகின்றது. மீன் இனத்தில் இவைகள் ஒவ்வொரு செவுளின்மேல் ஓரமாய் அமைந்துள்ளன. பாலூட்டிகளில் பல செல்கள் சேர்ந்த கொத்தாக இதயத்தின் மேற் புறத்தில் அமைந்துள்ளது. 'பிட்யூட்டரி' சுரப்பியானது பாலூட்டிகளில்தான் தெளிவாக மூளைக்கருகில் காணப்படுகின்றது.

இனப்பால் சுரப்பிகள்

பிராணிகளில் இனப்பெருக்கம் நடைபெறுவதற்குச் சில உறுப்புகள் உள்ளன. அவைகளுக்கு 'இனப்பெருக்க உறுப்புக்கள்' (gonads) எனப் பெயர். ஆணின் இனப்பெருக்க உறுப்பிற்கு

'விந்துச்சுரப்பி' (testis) என்றும், பெண்ணினத்தின் இனப்பெருக்க உறுப்பிற்கு 'அண்டச்சுரப்பி' (ovary) என்றும் பெயர். விந்துச் சுரப்பியிலிருந்து ஆண் இனப்பெருக்க அணுக்களான 'விந்தணுக் களும்' (sperms), பெண்ணின் அண்டச் சுரப்பியிலிருந்து 'முட்டை, களும்' (ova) உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன. இவ்விரு வகை இனச்சுரப்பிகளும் இனப்பெருக்கத்திற்கு நேரடிப்பயன் உள்ளதால் இவைகளை 'ஆதார இனப்பால் உறுப்புகள்' (primary sex oragans) எனக் கூறுகிறோம்.

இவ்வினச் சுரப்பியிலிருந்து இனப்பெருக்க அணுக்கள் உண்டாக்கப்படுவது மட்டுமின்றி அவைகளில் சில உள் சுரக்கும் திரவங்கள் உண்டாகின்றன. இவை நாளமில்லாச் சுரப்பிகளின் தன்மை கொண்டிருப்பதால் இவைகளை 'இனப்பால் ஹார் மோன்கள்' (sex hormones) எனக் கூறுகிறோம். விந்துச் சுரப்பியினுள் ஆண் இனப்பால் ஹார்மோனும் (male sex hormone) அண்டச்சுரப்பியினுள் 'பெண் இனப்பால் ஹார்மோனும்' (female sex hormone) உற்பத்தியாகின்றன.

ஆண் இனப்பால் ஹார்மோன் (Male sex hormone)

ஆண் இனப்பால் ஹார்மோனுக்கு 'ஆண்மை தோற்றுவிக்கும் ஹார்மோன்' (androgenic hormone) எனும் பெயர் உண்டு. இந்த ஹார்மோன் ஆண் இனப்பால் கவர்ச்சித்தன்மையையும், இனப்பால் வெளித் தோற்ற மாற்றங்களையும ஏற்படுத்தும் தன்மை கொண்டது; பருவமடையும் காலத்தில் உறுதியான உடலமைப்பு, கரகரத்த குரல், உடலிலும் முகத்திலும் மயிர் வளர்தல் முதலியன ஏற்படுகின்றன. இவைகளை ஆண்களின் 'வெளித்தோற்ற அமைப் புக்கள்' (secondary sexual characters) எனக் கூறுகிறோம்.

விந்தணு சுரக்கும் 'நுண் குழல்களுக்கு' (seminiferous tubules) நடுவே இருக்கும் இணைப்புத்திசுவினுள் லெய்டிக் (leydig) செல்கள் என்னும் தனித்திருக்கும் செல்களே, 'டெஸ்டிரேஸ்டிரோன்' (testosterone) எனும் ஆண் இனப்பால் ஹார்மோனைச் சுரக் கின்றது. இது ஆணினத்தின் இனப்பால் கவர்ச்சியையும், இனப் பால் வேற்றுமைகளையும் ஏற்படுத்த உதவுகின்றது. இதனைக் கோழிகளினுள் செலுத்த அதற்குத் தலையில் கொண்டை தோன்று கிறது. 'காயடித்த' (castrated) எலிகளுக்கு இந்த ஹார்மோனைச் செலுத்த, அதன் விந்தணுப்பைகளும் (seminal vesicle) புராஸ்ட் ரேட் சுரப்பியும் (prostrate gland) ஆண் குறியும் (penis) வளர்ச்சி

யடைகின்றன. இனப்பால் முதிர்ச்சிடையாச் சிறு எலிகளில் இந்த ஹார்மோனைச் செலுத்தினுல், அவை கால அளவுக்கு முன்னமேயே இனப்பால் முதிர்ச்சியடைகின்றன.

பெண் இனப்பால் ஹார்மோன் (Female sex hormone)

அண்டச் செல்களில் இருந்தும், கார்பஸ் லூடியத்திலிருந்தும் பெண் இனப்பால் ஹார்மோன்கள் சுரக்கின்றன. அண்டச் சுரப்பிகள் ஃபாலிகுலார் செல்களிலிருந்து ஈஸ்ட்ரோஜன் (oestrogen) எனும் ஹார்மோனும் கார்பஸ்லூடியத்திலிருந்து புரோகெஸ்டிரோன் (progesterone) எனும் ஹார்மோனும் சுரக்கப்படுகின்றன.

ஈஸ்ட்ரோஜன்

சிறுத்த உடலும், இன்குரலும், உரோமமற்ற சருமமும் ஆகிய பெண்ணினத்தின் வெளித் தோற்ற வேறுபாட்டை ஏற்படுத்த இந்த ஹார்மோன் தேவைப்படுகிறது. பருவகாலத்தில் இனப்பால் உணர்ச்சியை இது கிளறுகிறது. இந்த ஹார்மோன் உதவியால் தான் புணர்ப்புழை (vagina) படலத்தின் தடிப்பும் கருப்பையின் இரத்தக் குழல்கள் அமைப்பும் அதிகரிக்கின்றன. முதிர்ச்சியடையாத ஓர் எலியின் அண்டத்தை நீக்கிவிட்டால் ஈஸ்ட்ரோஜன் இன்மையால் அதன் வெளித் தோற்ற இனப்பால் வேறுபாடுகள் தென்படுவதில்லை. ஓர் ஆணின் உடலினுள் தொடர்ந்து ஈஸ்ட்ரோஜன் செலுத்தப்படின் ஆண்மை அழிக்கப்பட்டுப் பெண்மை கொழிக்கின்றது. காயடித்த ஆணின் உடலினுள் ஈஸ்ட் ரோஜன் செலுத்தப்பட, பால் சுரக்கும் உறுப்பு பெரிதடையத் தொடங்குகிறது.

லூடியல் ஹார்மோன்

அண்டச் சுரப்பியின் ஆதாரச் செல்களிலிருந்து முட்டைகள் தோன்றிய பின்னர் வெளியேற்றப்படுகின்றன. முட்டையைச் சுற்றியுள்ள செல்கள், பின்னர் மஞ்சள்நிறத் திரவம் போன்று அமைகின்றன. அதற்குக் 'கார்பஸ் லூடியம்' எனப் பெயர். முட்டை வெளிவரும் பருவத்திற்கு முன்னமேயே அண்டச் சுரப்பியின் உட்புறப் படலம் அகற்றப்பட்டு, 'பூரிக்கப்பட்ட முட்டையை' (fertilized ovum) வரவேற்கப் புதிய படலம் கருப்பையின் உட்புறத்தில் உண்டாக்கப்படுகிறது. 'புரோகெஸ்டிரோன்' ஹார்மோன் இந்நிகழ்ச்சிகளுக்குத் தூண்டுதலாக அமைகின்றது பூரிக்கப்பட்ட முட்டை கருப்பை உள்சுவரில் ஒட்டிக்

கொள்ள, இந்நிகழ்ச்சிகள் தவிர்க்கப்படுகின்றன. கருவுற்ற நான்காவது மாதத்திலிருந்து இதன் தன்மை 'பிளாசன்டாவுக்கு' (placenta) மாற்றப்படுவதால் சூல் பை அகற்றப்படினும் இந்நிகழ்ச்சிகள் நடைபெறுகின்றன. புரோகெஸ்டிரோன் பால் சுரப்பிகள் வளர்ச்சியடையத் தூண்டுதலாக இருக்கிறது. இந்த ஹார்மோன் பிட்யூட்டரியின் ஃபாலிகுலார் ஸ்டிமுலேடிங் ஹார்மோன் (F.S.H.), லூடினைசிங் ஹார்மோன் (L.H.), புரோலாக்டின் முதலிய ஹார்மோன் சுரப்பையும் ஊக்குவிக்கின்றது. இதைத் தவிர லூடியஸ் ஹார்மோனில் 'ரிலாக்சின்' (relaxin) என்ற ஹார்மோன் இருப்பதாகவும், அது குழந்தை வெளிவரும் சமயத்திற்கு முன்னரே இடுப்பு எலும்பின் தசைநார்களைத் தளரச் செய்யவும், அவ்வெலும்புகளின் கடினத்தை இளக்குவதற்கும் உதவுகின்றது என்று கருதுகிறார்கள். இறுதியில், கார்பஸ்லூடியம் அழிந்தவுடன் கருப்பைச் சுவர்த்தசைகள் சுருங்கக் குழந்தை பெறும் நிகழ்ச்சி நடைபெறுகிறது.

பயனியல் சுரப்பி

இதற்கு 'எபிபைஸிஸ்' (epiphysis) என்றும் பெயர் உண்டு. டையன்செபலானில் (diencephalon) மேற்புறமாக இது அமைந்துள்ளது. இதன் சுரப்புத்தன்மையைப்பற்றியோ இதன் ஹார்மோனைப்பற்றியோ, இதன் குறைவு அதிக உற்பத்தி ஆகியவற்றின் விளைவுகள்பற்றியோ மிகுதியாகத் தெரிந்துகொள்ளவில்லை. இனமுதிர்ச்சியடையாத சேவலில் இதை நீக்கிவிட்டால் அதற்கு அதிவிரைவில் இனப்பால் முதிர்ச்சி தென்படுகிறது. இம்மாற்றம் பாலூட்டிகளில் தென்படுவது இல்லை. சேவலின் சோதனைமூலம் இதன் இயக்கம் இனப்பால் சுரப்பிகளோடு தொடர்புடையது என்று தெரிகின்றது. பயனியல் திசுக்களிலிருந்து ஹார்மோன் ஒன்றையும் எடுக்கவில்லை.

நரம்புச் சுரப்பு (Neurosecretion)

சாதாரணமாக நரம்புத் திசுக்களும், நரம்புச் செல்களும் சுரக்கும் தன்மை அற்றவை எனக்கருதிவந்தனர். ஆயினும் பிட்யூட்டரியின் பின்மடலும் அட்ரினல் மெடுல்லாப் பகுதியும், தோற்றத்தில் ஆரம்ப நரம்பு அமைப்புகளிலிருந்து உருவாகிப் பின்னர் சுரக்கும் தன்மை கொண்டவைகளாக அமைகின்றன என விதி விலக்கை ஏற்படுத்தினர். பத்தாவது மூளை நரம்பின் முடிவு இவைகளில் அசிடைல் கோலைனும் அட்ரினல் மெடுல்லாவினுள் அட்ரினலினும் சுரக்கும் தன்மையைக் கண்டபின்னர், நரம்பு சுரப்புத்

தன்மையை நிலைநாட்டப் பல ஆய்வுகள்மூலம் முதுகெலும்பற்ற பிராணிகளிலும், முதுகெலும்புள்ள பிராணிகளிலும் அதே வகைச் சுரப்பி நீர்களைப் புதிதாகக் கண்டறிந்தனர். அதன் அடிப்படையில் நரம்புகளை அசிடைல் கோலைன் சுரக்கும் தன்மையவை, அட்ரினலின் சுரக்கும் தன்மையவை என இரு வகைகளாகப் பிரித்தனர். ஷார்ரர் (E. B. Scharrer), 'ஹான்ஸ்ட்ராம்' (B. Hanstrom) என்பவர்கள் நரம்புச் சுரப்பிச் செல்களை, நுனியில் ஆக்ஸான் முனைப்புக் கொண்ட நீள் நரம்புச் சுரப்பிச் செல்களாகக் கருதினர். முதுகெலும்புப் பிராணிகளின் ஹைபோதலாமஸ் (hypothalamus) இடத்தில் சுரக்கும் தன்மை கொண்ட நரம்புச் செல்கள்தாம் பிட்யூட்டரியின் பின் மடல் ஹார்மோனுகை உள்ளன எனத் தெளிவாகத் தெரிகின்றது. சில நரம்புச் செல்களின் நுனியில் ஹார்மோன்கள் சுரக்கின்றன. ஆனுல் சாதாரண நரம்புச் செல்கள் போன்று டென்ட்ரைட், நிஸ்ஸில் பொருள்கள் கொண்ட நரம்புச் செல்களில் ஹார்மோன் சுரக்கப்பட்டு, இரத்தத்துடன் கலக்கப்படுகின்றது. நரம்புச் சுரப்புப் பொருள் செல் உடம்பில் உண்டாக்கப்பட்டு ஆக்ஸான் வாயிலாகச் சேமிப்பு இடங்களுக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகிறது. இவ்வகைச் சேமிப்பு இடத்திற்கு 'நியூரோஹீமல்' (neurohemal) அமைப்பு எனப் பெயர். பிட்யூட்டரியின் பின்மடல், கிரஸ்டேஸியன் பிராணிகளின் 'சைனஸ் சுரப்பி' (sinus gland), பூச்சியின் 'கார்பஸ் கார்டியம்' (corpuscardium), முதலியவை நியூரோஹீமல் அமைப்புகளாகக் கருதப்படுகின்றன. இக் கண்டுபிடிப்பின்மூலம் முதுகெலும்பற்ற பிராணிகளிலும், நாளமில்லாச் சுரப்பிகளின் இயக்கம் நடைபெறுகிறது எனத் தெளிவாகத் தெரிகிறது.

1. பிட்யூட்டரியின் பின்மடல்

இதனைப்பற்றி விரிவாக முன்னரே கண்டுள்ளோம்.

2. சைனஸ் சுரப்பி

இது கணுக்காலிகள் தொகுப்பில் இணைக்கப்பட்ட 'கிரஸ்டேஸியன்' வகுப்பைச்சார்ந்த பிராணிகளில் 'கண்காம்புகளில்' (eye stalk) பிரிவுபட்ட சைனஸ் சுரப்பி அமைந்திருக்கின்றது. சில கிரஸ்டேசியன் பிராணிகளில் உடல் நிறம் சூழ்நிலைக்கு ஏற்ப மாற்றமடைந்து சூழ்நிலை நிறத்தோற்றத்தைப்போல் அமைகின்றது. உடலின்மேல் இருக்கும் நிறமிகொண்ட செல்களில் ஏற்படும் மாற்றம்தான் சூழ்நிலைக்குத் தக்கவாறு ஒற்றுமை மாற்றத்தை ஏற்படுத்துகின்றது. இவ்வொற்றுமை மாற்றம் சைனஸ் சுரப்பியின் ஹார்மோனிஞல் தான் ஏற்படுத்தப்படுகின்றது என்று ஆய்வுமூலம் தெளிவாக்கப்பட்டது. இச் சுரப்பிகளிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட பொருள்களுக்கு

நிறமிப் பொருளினில் மாறுதல் ஏற்படுத்தும் தன்மை உண்டு என்று திண்மையாகத் தெரிகிறது.

கார்பஸ் கார்டியம்

பூச்சிகளின் மூளைப் பகுதியை அடுத்து ஒரு ஜோடிச் சுரப்பிகள் அமைந்திருக்கின்றன. அவைகளுக்குக் கார்பஸ் கார்டியம் எனப் பெயர். இது முதல் மார்பக நரம்புத் திரளினுல் (prothoracic ganglion) சுரக்கப்படும் எக்டைஸோன் (ecdysone) எனும் ஹார் மோனைக் கட்டுப்படுத்த உதவுகின்றது. இந்த ஹார்மோன் பூச்சி இனத்தில் ஏற்படும் தோலுரித்து வளரும் (ecdysis) நிகழ்ச்சி யைக் கட்டுப்படுத்துகின்றது. ரோட்னியஸ் (rhodnius) எனும் இரத்தம் உறிஞ்சி வாழும் பூச்சி தன் வாழ்நாளில் ஐந்துமுறை தோல் உரித்து வளர்கிறது. இதன் தலையை வெட்டி அகற்றிய பின்னரும் இது வாழும் தன்மைகொண்டு இருப்பினும் தோல் உரிக்கும் இயல்பற்று விடுகின்றது. இதன்மூலம் எக்டைசின் ஹார்மோன் தோல் உரித்து வளரும் தன்மைக்குத் தூண்டு கோலாக அமைகின்றது எனத் தெளியலாம். பூச்சிகளின் மூளைக்கு அடிப்புறத்தில் ஒரு சுரப்பி உள்ளது. அதற்குக் கார்பஸ் அல்லேட் டம் (carpus allatum) என்று பெயர். இந்தக் கார்பஸ் அல்லேட்டத் திலிருந்து ஜுவனைல் ஹார்மோன் (juvenile hormone) என்ற ஒரு வகை ஹார்மோன் சுரக்கின்றது. இது பூச்சியின் தோல் உரிக்கும் நிலையைத் தாமதப்படுத்தும் சக்தியுடையது. பூச்சி இனத்தின் லார்வாப் பருவத்தில் இந்தக் கார்பஸ் அல்லேட்டத்தை எடுத்து விடின் லார்வா விரைவிலேயே தோலுரி நிலையை முடித்து, குள்ள உருவமுடைய முதுமை இனமாக மாறுகின்றது. ஜுவனைல் ஹார்மோனை ஒரு லார்வாவில் செலுத்தினுல் தோலுரிப் பருவம் நீடித்துக்கொண்டே சென்று முதுமை நிலை அடையாமல் மிகப் பெரிய லார்வாவாக மாறுகின்றது.

பகுதி 10

இனப் பெருக்கச் செயலியல்

(PHYSIOLOGY OF REPRODUCTION)

ஒவ்வொரு பிராணியும் தன் வாழ்நாளில் தன்னைப்போன்று சிறு பருவங்களைத் தோற்றுவிக்கச் செய்கின்றது. இதற்கு இனப் பெருக்கம் என்று பெயர். இதன்மூலம் அப்பிராணி இனத்தின் எண்ணிக்கை கூடுதலடைந்து அவ்வினம் தொன்றுதொட்டு இவ் வுலகில் வாழும் தன்மை கொண்டிருக்கிறது.

பிராணியினங்களில் தாழ்ந்த தொகுப்பைச் சேர்ந்த பிராணி களில் இருவகை இனப்பெருக்கம் நடைபெறுகின்றது. (1) பாலிலி இனப்பெருக்கம் (asexual reproduction) (2) பால் இனப்பெருக்கம் (sexual reproduction).

பாலிலி இனப்பெருக்கம் தாழ்நிலைப் பிராணிகளான புரோடோ ஸோவா, குழி உடலிகள், தட்டைப்புழுக்கள், சில வளையத் தசைப் புழுக்களில் அமைந்திருக்கின்றது. இம்முறையில் பெற்றோர் உடம்பின் பாகம் பிரிவுபட்டுச் சிறு பருவத்தைத் தோற்றுவிக்கச் செய்கின்றது. எடுத்துக்காட்டாக அமீபா எனும் உயிரினத்தில் நியூக்ளியசும், சைட்டோபிளாசமும் இரு துண்டுகளாக உடை பட்டு இரு சேய்களாகப் பிரிகின்றன. இதற்கு இரு துண்டுப் பிரிவினை (binary fission) எனப் பெயர். புரோட்டோஸோவா பிராணிகளின் உடல் நியூக்ளியஸ் சுற்றப்பட்ட சைட்டோபிளாசமாக அமைந்துள்ளது. நியூக்ளியஸ், சைட்டோபிளாசத்தின் இயக்கங் களைக் கண்காணிக்கின்றது. ஒரு குறிப்பிட்ட நியூக்ளியஸ்திரள், ஒரு குறிப்பிட்ட சைட்டோபிளாசத் திரளைத்தான் கண்காணிக்க இயலும். நியூக்ளியஸின் திரளளவுக்கும், புரோட்டோபிளாசத்தின் திரளளவுக்கும், ஒரு குறிப்பிட்ட வீதத்தொடர்பு உண்டு. இதற்குக் கேரியோபிளாஸ்மிக் வீதத் தொடர் (karyo plasmic ratio) எனப்

பெயர். புரோட்டோ ஸோவாப் பிராணி உணவு அருந்தி வளரும் காலம், ந்யூக்ளியஸின் திரள் அளவைவிட, புரோட்டோபிளாசத்தின் திரளளவு மிகுதியாக உளது. இதனுல் கேரியோ பிளாஸ்மிக் வீதத் தொடர்பு நிலைகுலைகிறது. இந்த நெருக்கடியான நிலையில் புரோட்டோஸோவாவின் உடலிலுள்ள ந்யூக்ளியஸும், புரோட்டோபிளாசமும் இரு துண்டுகளாகப் பிரிவதன்மூலம் கேரியோ பிளாஸ்மிக் வீதத்தொடரை மறுபடியும் தன்னிலைக்குக் கொண்டுவருகிறது. இதுவே இனப்பெருக்கத்திற்கு உதவியாக இருக்கின்றது. புரோட்டோஸோவாவில் இரு துண்டுப் பிரிவினையைத் தவிர, 'பல துண்டுப் பிரிவினை' எனும் (multiple fission) பாலிலி இனப்பெருக்கமும் நடைபெறுகின்றது. இம்முறையில் ந்யூக்ளியஸ் பல சிறு துண்டுகளாக உடைபட்டு, ஒவ்வொரு துண்டு ந்யூக்ளியஸைச் சுற்றிச் சிறிதளவு சைட்டோபிளாசம் சூழ்ந்துகொள்ள, பல சேய்கள் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன.

சில புரோட்டோஸோவாவில் 'பால் இனப் பெருக்கம்' (sexual reproduction) நடைபெறுகின்றது. இவ்வகை இனப் பெருக்கத்திற்குப் பாலணுக்கள் (sex cells or gamete) உண்டாக்கப் படுகின்றன. இவற்றில் ஆண்பாலணு (male gamete) பெண் பாலணு (female gamete) என இருவகைகள் உள. இவையிரண்டும் ஒன்ருகக் கலப்பதிலிருந்து ஒரு சேய் உண்டாகின்றது. புரோட்டோஸோவாவில் இவ்வகை இனப் பெருக்கமும் நடைபெறுகின்றது. இனச் செல்கள் வேறுபட்டிருப்பதுபோல் அவைகளை உற்பத்தி செய்யும் பெற்ருேரும் ஆண், பெண் என இரு வகைப் பாகுபாடுகளாக வேறுபட்டிருக்கின்றனர். பரிணமப்படி உயர் தொகுப்புப் பிராணியினங்களில் படிப்படியாகப் பாலிலி இனப் பெருக்கம் குறைய, பால் இனப்பெருக்கம் கூடுதலான நிலையில் காணப்படுகிறது. கணுக்காலிகள் தொகுப்பிலிருந்து உயர் தொகுப்புக்கள்வரை பாலிலி இனப்பெருக்கம் அற்றுப் பால் இனப்பெருக்கமே இருந்து வருகிறது.

பால் இனப் பெருக்கம் (Sexual reproduction)

உயர் பிராணிகளில் இவ்வகை இனப் பெருக்கந்தான் காணக் கிடக்கின்றது. இனப்பால் அணுக்களை உற்பத்திசெய்ய இனச் செல் சுரப்பிகள் உள. ஆணின் இனச் செல் சுரப்பிக்கு 'விந்துச் சுரப்பி' என்றும், பெண்ணின் இனச் சுரப்பிக்கு 'அண்டச் சுரப்பி' என்றும் பெயர் உண்டு. விந்துச் சுரப்பி விந்தணுக்களையும், அண்டச் சுரப்பி 'அண்டங்களையும்' (ovary) உற்பத்தி செய்கின்றன. ஒரே பிராணியின் உடலில் இவ்விரு வகை இனச் செல்களும் இருப்பின், அதை நாம் 'இருபாலி' (bisexual or hermaphrodite)

என்று கூறுகிறோம். விந்துச் சுரப்பிமட்டும் இருந்தால் அதை ஆண் என்றும், அண்டச் சுரப்பிமட்டும் இருந்தால் பெண் என்றும் வழங்குகின்றோம். ஆண், பெண் என வேறுபட்ட பிராணிகளை 'ஒரு பாலி' (unisexual) என்று கூறுகிறோம்.

விந்தணுவானது அண்டத்தினுள் சென்று அவைகளின் ந்யூக்ளியஸும் சைட்டோபிளாசமும் இரண்டறக் கலக்கின்றன. இம்முறைக்குக் 'கருவுறுதல்' (fertilization) எனப் பெயர். கருவுற்ற அண்டத்திற்குக் 'கருமுட்டை' (zygote) எனக் கூறுகிறோம், இதில் படிப்படியாக மாற்றங்கள் அடைந்து, இறுதியில் ஒரு சேய் தோன்றுகிறது.

அண்டம் பெண் உடலுக்கு வெளியே கருவுற்றால் அதற்குப் 'புறக் கருவுறுதல்' (external fertilization) என்றும், பெண்ணின் உடலினுள் கருவுற்றால் 'உட்கருவுறுதல்' (internal fertilization) என்றும் கூறுகிறோம். புறக் கருவுறுதல் நடப்பின் தொடர் வாழ்க்கை வளர்ச்சி, பெற்றோரின் உடலுக்கு வெளியே நடை பெற்றுப் பெற்றோரினும் முற்றிலும் மாறுபட்ட, தானே தன்னைக் காக்கும் தன்மை கொண்ட 'லார்வா' எனும் பருவத்தை அடைந்து அது நாளடைவில் 'உருமாற்றம்' (metamorphosis) அடைந்து சிறு சேயாக மாறுகின்றது. சில பிராணிகளில் குறிப்பாகப் பாலூட்டி களில் விந்தணு பெண்ணின் இனப் பெருக்கப் பாதைக்குள் செலுத் தப்பட்டு, அதன் உடலினுள் கருவுறுதல் நடைபெற்றுக் கருவானது கருப்பையின் உட்சுவரில் ஒட்டிக் கொண்டு அதற்குத் தேவையுள்ள சத்துப்பொருள்களைத் தாயின் இரத்த ஓட்டத்திலிருந்து பெற்று, வளர்ச்சியுற்று, பின்னர் இறுதியில் தாயின் கருப்பையைவிட்டு வெளிவருகின்றது. வாழ்க்கை வரலாற்றில் பெற்றோரினால் சேமித்து வைக்கப்பட்ட பொருளையோ, அல்லது பெற்றோரிடமிருந்து நேரடி யாகப் பெற்றுக்கொள்ளும் உணவுப் பொருளையோ பயன்படுத்திக் கொண்டு தானாகவே பாதுகாத்துக்கொள்ள இயலாத இளம்பருவத் திற்குக் 'கரு' (embryo) எனப் பெயர்.

மனித இனத்தின் இனப்பெருக்கம்

மனித இனத்தில் ஆண், பெண் என இரு பாகுபாடுகளும் உள்ளன. இவ் விரு வகைகளிலும் அடிப்படையான வேறுபாடுகள் இனச் செல் சுரப்பிகளில் அமைந்துள்ளன. ஆணின் இனச் செல் சுரப்பிக்கு விந்துச் சுரப்பியென்றும், பெண் இனச் சுரப்பிக்கு அண்டச் சுரப்பி என்றும் பெயர். இவைதான் சேய் உற்பத்திக்கு நேரடியான தேவையுள்ள அமைப்புகள். எனவே, இவைகளை

'ஆதார இனப்பால் சிறப்பியல்புகள்' (primary sexual characters) எனக் கூறுகிறோம். இதைத்தவிர ஆணிலும், பெண்ணிலும் வெளித் தோற்ற வேறுபாடுகள் உள. ஆணின் உடல் பருத்து, குரல் கர கரத்து உடலில் உரோமங்கள் வளர்ந்து, மார்பகம் தட்டையாக இருக்கின்றது. ஆனால் பெண்ணினத்தில் உடல் மெலிந்தும், குரல் இனிமையாகவும், தோல் உரோம மற்றும், மார்பகம் பருத்தும் இருக்கின்றது. இவ்வெளித் தோற்ற வேறுபாடுகளுக்கு 'இரண்டாந் தர இனப்பால் சிறப்பியல்புகள்' (secondary sexual characters) எனப் பெயர். இவ்வேறுபாட்டுத் தோற்றங்கள் சேய் உற்பத்திக்கு நேரடித் தொடர்பற்றவை.

ஆண் இனப்பெருக்க உறுப்புகள்

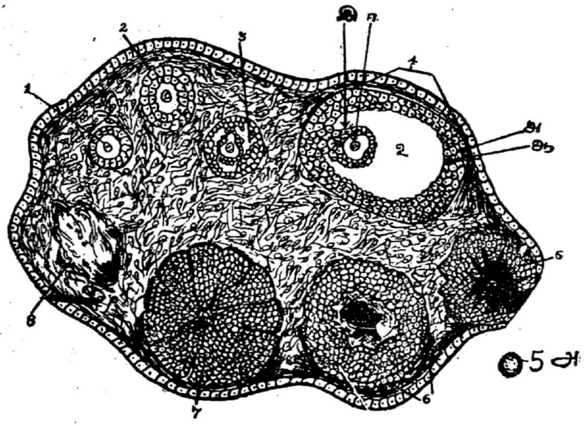
ஆண் இனச்சுரப்பிகளான இரு விந்துச் சுரப்பிகள் வயிற்றின் கீழ்ப்புறமாகவும், உடலின் வெளியிலும், தோலினாலாகிய 'விதைப் பை'க்குள் (scrotal sac) அடங்கியிருக்கின்றன. பாலூட்டிகள் தவிர மற்ற எல்லா முதுகெலும்புள்ள பிராணிகளிலும் விந்துச் சுரப்பி வயிற்றறைக்குள் இருக்கின்றன. சில பாலூட்டிகளில் இனப் பெருக்ககாலத்தில்மட்டும் இவை உடலின் வெளிப்புற விதைப் பையில் இறங்கி மற்ற வேளைகளில் வயிற்றறையில் இருக்கின்றன. விந்துச் சுரப்பியினுள் பல நுண்ணிய 'விந்தணுச் சுரப்பு நுண் குழல்கள்' (seminiferous tubules) இருக்கின்றன. அடுத்தடுத்து இருக்கும் நுண்குழல்கள் 'ரெடே டெஸ்டிஸ்' எனும் பின்னலமைப் பில் (plexus) சேர்ந்து பின்னர் வளைந்து வளைந்து செல்லும் 'எபிடிடிமிஸ்' (epididymis) எனும் குழலினுள் செல்கிறது. அதிலி ருந்து 'விந்துநாளம்' (vas deferens) ஆரம்ப விதைப்பைக்கும், உடலறைக்கும் இடையே உள்ள நுண்குழலான 'இங்குனில் கால் வாய்கள்' (inguinal canal) வழியாக வயிற்றறையினுள் சென்று 'விந்துப் பையின்' (seminal vesicle) குழல்களுடன் இணைக்கப் பட்டுப் பின்னர் அவை இரண்டும் இணைக்கப்பட்ட 'விந்து பீச்சாங் குழல்' (ejaculatory duct) 'புறச்சிறுநீர்க் குழல்களின் வாயிலாக (urethra) 'ஆண்குறி' (penis) உள்ளாகச் சென்று அதன் நுனிப் புறத்தில் 'சிறுநீர் இனப்பெருக்கத் துவாரத்தின் (urino genital opening) வழியாக வெளியில் திறக்கின்றது. ஆண்குறி தசை களால் ஆக்கப் பெற்று கடற்பஞ்சு போன்ற திசுக்களால் அமைக்கப் பட்டு இரத்தத்தேக்கம் கொள்ளும் ஆற்றல் கொண்டுள்ளது. அதன் நுனியில் 'பிரிபியூஸ்' (prepuce)) எனும் தோல் மடிப்பு உள்ளது.

புறச் சிறுநீர்க் குழல்களைச்சுற்றி 'புராஸ்டேட் சுரப்பிகளும்' (prostate glands) அதை அடுத்து 'கௌப்பரின் சுரப்பிகளும்' (cowper's glands) உள்ளன.

விந்தணுச் சுரப்பி நுண்குழல்களின் சுவரிலமைந்திருக்கும் ஆதாரச் செல்களிலிருந்து விந்தணுக்கள் உற்பத்தி செய்யப்பட்டு 'எபிடிடிமிஸ்' வழியாக வெளியேறி புராஸ்டேட் சுரப்பியின் திரவத்தில் கலந்திட விந்துவாக மாறி, புணர்ச்சியின் தருணம் பெண்ணின் புணர்புழையினுள் செலுத்தப்படுகிறது. ஏறத்தாழ எல்லாப் பாலூட்டிகளிலும் இத்தகைய அமைப்புகள் கொண்ட ஆணின உறுப்புகள் காணப்படுகின்றன.

பெண் இனப்பெருக்க உறுப்புகள்

மனித இனத்தில் பெண் இனப்பெருக்கச் செல்சுரப்பி இரு பாதம்கொட்டை அளவைக் கொண்ட அண்டச் சுரப்பிகளால் ஆகியவை. அவை வயிற்றறையினுள் அமைந்துள்ளன.



படம் 30. அண்டச் சுரப்பி

1. 2. 3. கிராஃபியன் பாலிகிள் வளர்ச்சி 4. முதிர்ந்த கிராஃபியன் பாலிகிள்
அ. வெளி உறை ஆ. உள் உறை இ. க்யூமுலஸ் ஊபோரஸ் ஈ. அண்டம்
உ. ஆண்டரம் 5. 5அ. அண்டம் வெளியேறுதல்
6. 7. கார்பஸ் லூடியம் 8. கார்பஸ் லூடியம் சிதைவு.

ஒவ்வோர் அண்டச் சுரப்பியின் வெளிப்பரப்பிலும், பல நுண் பிதுக்கங்கள் இருக்கின்றன. ஒவ்வோர் அண்டச் சுரப்பியை அடுத்துப் புனல் போன்ற 'ஃபெலோபியன் குழல்களின்' (fellopian tubes) துளைகள் உள்ளன. அவை குழல்களினுள் நீண்டு, இருபுறப் ஃபெலோபியன் குழல்களும் 'கருப்பையினுள்' திறக்கின்றன (uterus) 'கருப்பை' பேரிக்காய் போன்ற தோற்றம் கொண்டு அதன் சிறுத்த கீழ்ப்புறம் புணர்புழையினுள் செல்கிறது.

இது புணர்புழையில் திறக்கும் இடத்தில் நுண்ணிய 'ஸெர்விக்ஸ்' (cervix) எனும் துளை இருக்கின்றது. புணர்புழை வெளிப்புறமாகப் பெண் இனப் பெருக்கத் துளைவாயிலாகத் திறக்கின்றது. கருப்பையின் உள்சுவர் 'எண்டோமெட்ரியம்' (endometrium) எனும் படலத்தினுல் ஆனது. ஒவ்வோர் அண்டச் சுரப்பியின் வெளிப்பரப்பிலும் 'கிராஃபியன் ஃபாலிகிள்கள்' (graffian follicles) எனப்படும் பல நுண் அமைப்புகள் உள்ளன. ஆரம்பப் பருவத்தில் இதன் மையத்தில் பெரியதொரு செல் இருக்கின்றது. இதற்கு 'ஆதார அண்டம்' (prim or dial ovum) எனப் பெயர். பருவமடைந்த நிலையில் F. S. H ஹார்மோன் உதவியால் இந்த ஃபாலிகிளைச் சுற்றி இரு இழைகளால் ஆன உறைகள் உண்டாக்கப்படுகின்றன. அவையாவன: 'வெளி உறை' (theca externa), 'உள் உறை' (theca interna) என இருவகையே. உள் உறையினுள் 'ஆன்டரம்' (antrum) எனும் 'லிக்கர் ஃபாலிகுலை' (liquor folliculi) எனும் திரவத்தினுல் நிரப்பப்பட்ட வெற்றிடம் அடங்கியுளது. உள் அறையின் ஒரு முனையில் 'க்யூமுலஸ் ஊபோரஸ்' (cumulus oophorus) எனும் ஒரு செல் கூட்டத்தினுள் அண்டம் அடங்கியுளது.

அண்டம் வளரும் பருவத்தில் ஃபாலிகிள் அண்டச் சுரப்பியின் வெளிப்பரப்பினின்றும் புடைத்துக்கொண்டு அண்டம் முழுவதும் முதிர்ச்சியடைந்தவுடன் ஃபாலிகிள் உடைபட அண்டம் வெளியேற்றப்படுகிறது. மனித இனத்தில் பெண்களுக்கு 28 நாட்களுக்கு ஒருமுறை அண்டம் வெளியேற்றப்படுகின்றது. அண்டம் வெளியேறிய பின்னர் உடைபட்ட ஃபாலிகிளின் உட்குழி, மஞ்சள் நிறம் கொண்ட ல்யூடின் எனும் கொழுப்படங்கிய செல் கூட்டத்தினுல் நிரப்பப்படுகின்றது. இச் செல் கூட்டம் கொண்ட உட்குழி அமைப்பிற்குக் 'கார்பஸ் லுடியம்' (corpus luteum) எனப் பெயர். இது வளர்ந்து புரோகெஸ்டிரான் எனும் ஹார்மோனை உற்பத்தி செய்ய உதவுகின்றது. இவ்வேளை வெளியிடப்பட்ட அண்டத்தை ஒரு விந்தணு கருவுறச் செய்தால் கருத்தரித்த காலம் முழுவதும் கார்பஸ் லுடியம் இருந்து வருகின்றது. முடிவில் இது சிதைவு அடைந்து இணைப்புத் திசுவினுல் நிரப்பப்படுகின்றது.

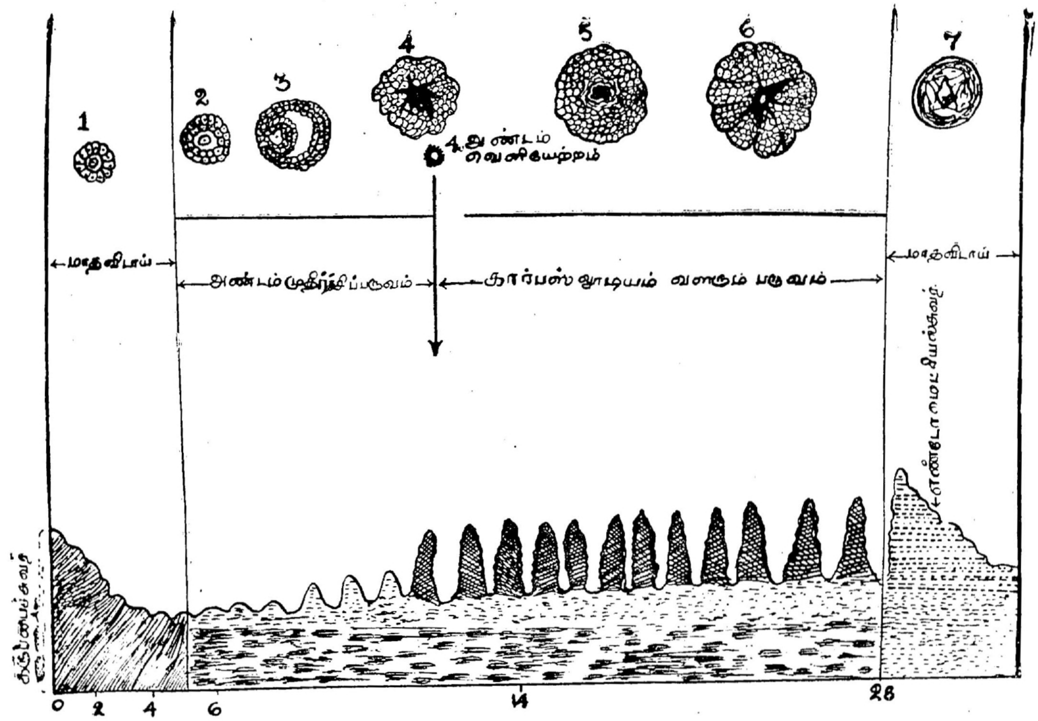
பிராணிகளில் இனச் சேர்க்கை புணர்ச்சியுணர்வு குறிப்பிட்ட இடையீட்டு ஒழுங்கு முறையில் தோன்றுகின்றது. ஆணின் உணர்ச்சிக்கு 'ரட்' (rut) என்றும், பெண்ணின் உணர்ச்சிக்கு 'ஹீட்' அல்லது 'ஈஸ்ட்ரஸ்' (heat or oestrus) என்றும் பெயர். இனப்பெருக்க உறுப்புகளில் ஏற்படும் மாற்றங்களினுலேயே இவ்வுணர்ச்சிகள் தென்படுகின்றன. இம் மாற்றங்கள் ஆணினத்தைக்

காட்டிலும், பெண்ணினத்தில்தான் மிகுதியாகக் காணப்படுகின்றன. இப் புணர்ச்சியுணர்வு பெண்ணினம் கருவுறுவதற்குத் தயாராக்கும் மாற்றமாகும். இம் மாற்றங்கள் இடையீட்டு ஒழுங்கு முறையில் நடைபெறுவதால் இதற்கு 'ஈஸ்ட்ரஸ் சுழல்' (oestrus cycle) எனப் பெயர். இவ்வேளைதான் பெண்ணினம் ஆணினத்தை நெருங்க அனுமதிக்கின்றது. மற்றக் காலங்களில் புறக்கணிக்கின்றது.

மனித இனத்தில் இனச் சேர்க்கைச் சுழல் மற்ற பிராணிகளின் ஈஸ்ட்ரஸ் சுழலினின்றும் வேறுபட்டிருக்கிறது. மனித இனச் சேர்க்கைச் சுழலிற்கு 'மாதவிடாய்ச் சுழல்' (menstrual cycle) எனப் பெயர். பருவமடைந்த பெண்ணின் கருப்பையில் எண்டோமெட்ரியம் சுவர் குறிப்பிட்ட இடையீட்டு ஒழுங்கு முறையில் மாற்றங்கள் அடைகின்றது. இதனால் கருப்பையினின்றும் குருதி வெளியேறுகிறது. குருதி வெளியேற்றம் நான்கு முதல் ஆறு நாட்கள் வரை தொடர்கின்றது. இதற்கு மாதவிடாய் (menstruation) எனப் பெயர். இது ஒவ்வோர் 28வது நாளில் தொடங்குகின்றது.

மாதவிடாய்ச் சுழல்பற்றி விவரிக்கும்பொழுது குருதி வெளிப்படும் முதல் நாளைச் சுழலின் ஆரம்பமாக எடுத்துக் கொள்கிறோம். அச்சுழலின் முதல் 14 நாட்களுக்கு 'ஃபாலிகுலார் வளர்நிலை' (follicular phase) என்றும், கடைசி 14 நாட்களுக்கு 'லூட்டியல் வளர்நிலை' (luteal phase) என்றும் பிரிவுபடுத்தப்பட்டுள்ளன.

மாதவிடாய்ச் சுழலின் முதல் மூன்று நான்கு நாட்களில் 'எண்டோ-மெட்ரியச் சுவர் வெளிப்புறச் செல்கள்' சீர்கேடு அடைந்து அவற்றின் நுண் இரத்தக் குழல்கள் உடைய குருதியுடன் சிலேட்டுமப் படலம் வெண்ணிறச் செல்களுடன் கலந்து வெளியேற்றப்படுகிறது. குருதி உறையாமல் இருக்கும் காரணம் நன்கு புலப்படவில்லை. எண்டோமெட்ரியம் குருதி உறைவதைத் தடுக்கும் வல்லமை பொருந்திய என்ஸைமை உற்பத்தி செய்கின்றது என்று அறியலாம். சுழலின் 4-வது நாளில் எண்டோமெட்ரியம் புத்துயிரளிக்கப்பட்டுப் புதிய செல்கள் தோற்றுவிக்கப்பட்டு எண்டோமெட்ரியச் சுவர் தடிக்கப்படுகின்றது. அதனில் அடங்கியுள்ள சுரப்பிகள் வளர்ச்சியடைந்து கருப்பையின் உட்புறச் சுவர் வளைந்த மடிப்புக் கொண்டதாக இருக்கின்றது. 5-வது நாளிலிருந்து கிரேஃபியன் ஃபாலிகிள் பெரிதடைந்து அதன் அமைப்புகள் வளர்ச்சியடைந்து, அண்டம் முதிர்ச்சியடைய, 14வது நாளில் அண்டம் வெளியேற்றப்படுகிறது. 14வது நாளிலிருந்து 28வது நாள் வரை எண்டோமெட்ரியம் சுரப்பிகள் அதி



படம் 31. ஈஸ்ட்ரஸ் சுழல்

1. 7. கார்பஸ் லூடியம் சிதைவு 2. 3. கிராஃபியன் பாலிகிள் வளர்ச்சி
4. அண்டம் வெளியேற்றம் 5. 6. கார்பஸ் லூடியம் வளர்ச்சி

கரித்துக் கார்பஸ் லுடியம் பெரிதடைந்து வருகின்றது. அண்டம் வெளிவந்தவுடன் கருவுறுதல் நடைபெற்று, கரு எண்டோமெட்ரியச் சுவரில் ஒட்டிக் கொள்ள உதவும் வகையில் அதில் இரத்தக் குழல்களின் எண்ணிக்கை அதிகரிக்கின்றது. அண்டம் கருவுரு விடில் அண்டமும் எண்டோமெட்ரியத்தின் சிலேட்டுமப் படலமும் சிதைவு பெற்று மறுபடியும் இச்சுழல் தொடர்கின்றது.

ஈஸ்ட்ரஸ் சுழலில் ஹார்மோனின் உதவி

ஈஸ்ட்ரஸ் சுழல் சரிவர நடைபெறப் பல ஹார்மோன்கள் உதவி செய்கின்றன. அவை பிட்யூட்டரியினின்றும் தோன்றும் F. S. H. ஹார்மோன், L. H. ஹார்மோன், அண்டச் சுரப்பி ஹார்மோன் முதலியன.

பிட்யூட்டரியும், அண்டச் சுரப்பியும் சுழல் இயக்கத்தைக் கட்டுப்படுத்துகின்றன. ஃபாலிகுலார் ஸ்டிமுலேடிங் ஹார்மோன் (F. S. H.) கிரேஃபியன் ஃபாலிகிள் உற்பத்தியைத் தூண்டுவிக்கச் செய்கின்றது. அந்த ஃபாலிகிளிலிருந்து ஈஸ்ட்ரோஜன் ஹார் மோன் சுரப்பதைத் தூண்டுகின்றது. 'லுடினைஸிங் ஹார்மோன்' அண்டம் வெளிப்படுவதையும், கார்பஸ்லுடியம் புரோகெஸ்டிரோன் ஹார்மோனை உற்பத்தி செய்வதற்கும் தூண்டுதலளிக்கின்றது.

அண்டச் சுரப்பியிலிருந்து ஈஸ்ட்ரோஜன், புரோகெஸ்டிரோன், ரிலாக்ஸின் என மூன்று ஹார்மோன்கள் வெளிப்படுகின்றன. இவை கருப்பையின் எண்டோமெட்ரியம் சுவர் தடிப்பதற்கும், ஈஸ்ட்ரஸ் சுழலில் பெண் இனப் பெருக்கப் பாதையின் மாற்றத் தையும் ஏற்படுத்துகின்றன. ரிலாக்ஸின் இடுப்பு எலும்புகளின் தசை நாண்களை இளகச் செய்து சேய் வெளிவரும் காலம் எலும்பு கள் விரிவடைய உதவுகின்றது. புரோலாக்டின் பால் சுரப்பிகளை வளரச் செய்ய உதவுகின்றது.

அண்டம் கருவுறவில்லையானல் கார்பஸ் லுடியம் அழிந்து இணைப்புத் திசுவால் மூடப்பட்டு, ஈஸ்ட்ரோஜன், புரோகெஸ்ட் ரோன் அளவு உடலில் குறைந்து சுழல் திரும்பவும் தொடர உதவு கின்றது. அண்டம் கருவுற்ருல் கார்பஸ்லுட்டியம் கருவுற்ற நாட்கள் முழுவதும் இருந்துவருகின்றது. ஈஸ்ட்ரோஜனும், புரோகெஸ்ட்ரினும் பால்சுரப்பிகளை வளரச் செய்து சேய் வெளி வரும் நேரம் அவைகளின் அளவு திடீரெனக் குறையச் சேய் வெளி வரக் கருப்பைச் சுவர்த் தசைகள் வேகமாகச் சுருங்க, சேய் வெளியே தள்ளப்படுகின்றது. சேய் பிறந்த பின்னர் பிட்யூட்டரி யின் லாக்டோஜனிக் ஹார்மோனைச் சுரக்கப் பால் சுரப்பிகள் சேய்க்குத் தேவையான பாலைச் சுரக்கத் தொடங்குகின்றன.

பகுதி 11

பிராணிகளின் நடத்தை

(ANIMAL BEHAVIOUR)

உணவைத் தேடுதற்கும், பாதுகாப்பினை நாடுதற்கும், ஒவ்வொரு பிராணியினமும் இடம்விட்டு இடம் செல்ல வேண்டியுளது. புதிய இடங்களுக்குச் செல்வதனால் அவை புதிய புதிய சூழ்நிலையை அடைகின்றன. ஒவ்வொரு சூழ்நிலையிலும் தனிப்பட்ட தூண்டுதல்கள் இருப்பதனால் சூழ்நிலை மாற்றத்தால் புதிய தூண்டுதல்கள் பிராணியின் உடலினைத் தாக்க, அத் தூண்டுதல்களுக்கு ஏற்றவாறு தங்களின் நடத்தைகளை மாற்றிக்கொள்ள வேண்டியுளது. இதனால் 'வாழுமிடத்திற்கு' (habitat) ஏற்ப 'வாழும் முறை' (habit) மாற்றப்படுகின்றது. இதுவே பிராணிகளின் 'வேறு படுத்தி அமைத்தல்' (adaptation) தோன்றக் காரணமாக அமைகின்றது. பிராணிகளின் நடத்தை பல பகுப்பினால் ஏற்படுகின்றன.

(1) உடல் வளைவு மாற்றம் (tropism)

(2) உணர்வுமூலம் நடத்தல் (conscious behaviour)

(3) தன் உணர்வற்ற நடத்தை (unconscious behaviour)

(4) நினைவாற்றல் (memory)

(5) இயல்பு உணர்ச்சி (instinct)

1. உடல்வளைவு மாற்றம் (Tropism-bending movement)

இவ்வகைச் செயலாற்று முறையினால் பிராணி தன் உடலினைச் சூழ்நிலைக்கு ஏற்ப மாற்றியமைத்துக் கொள்கின்றது. அதன் உடலின் பாகங்களை வளைத்துச் சூழ்நிலைத் தூண்டுதலுக்கு ஏற்பச் செயல்படுகிறது. தூண்டுதல் ஏற்புடையதாக இருப்பின், உடல் தூண்டுதலை நோக்கிச் செல்கின்றது. இதற்கு 'நேர்வளைவு மாற்றம்' (positive tropism) என்று பெயர். தூண்டுதல் பாதிக்கும் வகையில்

இருப்பின் பிராணி தூண்டுதலை விட்டுத் தப்புதற்கு எதிர்த்திசையில் செல்கின்றது. இதற்கு 'எதிர்வளைவு மாற்றம்' (negative tropism) என்று பெயர்.

தூண்டுதல் உடலின் ஒருபுறத்தைத் தாக்க அந்தப் பகுதியில் தசை இயக்கங்கள் விரைவாகச் செயல்படுகின்றன. எடுத்துக் காட்டாகத் தூண்டுதல் உடலின் வலப்புறத்தில் தாக்கினுல் வலப்புறத் தசை இயக்கங்கள் இடப் புறத்தைவிட மிகுதியாக இருக்கின்றன. இதனுல் இரு புறங்களிலும் வேறுபட்ட இயக்கங்கள் அமைகின்றன. எனவே, பிராணியானது தூண்டுதல்களுக்கு ஏற்ப ஒருபுறமாக உடலை வளைத்து இடம் பெயருகின்றது. இக் கோட் பாட்டை ஒரு சிறு சோதனைமூலம் எடுத்துக்காட்டலாம். ஒரு நாயின் மூளையில் இடப்புறக் 'கார்டக்ஸ்' பாதிக்கப்பட்டால் அந் நாயானது இடப்புறமாகவே சுற்றிச் சுற்றி வருகின்றது. ஏனெனில் அதன் மூளையின் ஒருபகுதி செயல்படாதிருக்கின்றது.

வளைவு மாற்றம் பல சூழ்நிலைப் பகுப்பினுல் ஏற்படுகின்றது. (அ) ஒளிவளைவுமாற்றம் (ஆ) வேதியியல் பொருள் வளைவு மாற்றம் (இ) நீரோட்ட வளைவு மாற்றம் (ஈ) வெப்பநிலை வளைவு மாற்றம் (உ) மின்சக்தி வளைவு மாற்றம்

(அ) ஒளி வளைவு மாற்றம் (Phototropism)

எப்பொழுதும் இருட்டில் வாழ்ந்துவரும் ஆழ்கடல் வாழ்விகள், குகைவாழ்விகள், உடலினுள் வாழும் ஒட்டுண்ணிகள் தவிர மற்ற எல்லாப் பிராணிகளும் ஒளிக்கு ஏற்றவாறு உடல் வளைவு மாற்றங் களை ஏற்படுத்திக் கொள்கின்றன. 'பகல் வாழ் பிராணிகள்' (diurnal) ஒளியை நோக்கியும், 'இரவு வாழ் பிராணிகள்' (nocturnal) ஒளியின் எதிர்ப்புறமும் செல்கின்றன. ஒளியை நோக்கிச் செல்லும் தன்மைக்கு 'ஒளி நேர்வளைவு மாற்றம்' (positive phototropism) என்றும், ஒளியின் எதிர்ப்புறமாகச் செல்லும் தன்மைக்கு 'ஒளி எதிர் வளைவு மாற்றம்' (negative phototropism) என்றும் வேறு படுத்தப்படுகிறது.

தாவரம் போன்ற 'ப்ளா ஜெல்லேட்' (flagellate) வகுப்பைச் சார்ந்த 'யூகளினு (euglena)வின்' முன் நுனியில் ஒரு 'சிவப்புப் பொட்டுளது' (haematochrome). அது ஒளியின் தன்மையை அறிந்துகொள்ள அமைந்துளது. ஆயிரக் கணக்கில் நீரில் நீந்திக் கொண்டிருக்கும் யூக்ளினுவை ஒரு கண்ணுடிப் பாத்திரத்தில் வைத்து ஜன்னலருகே பாத்திரத்தை வைத்தால் எல்லா யூக்ளினுவும்

ஜன்னலை நோக்கி விரைந்து வந்து ஓரிடத்தில் கூட்டமாகச் சேருகின்றன. ஏனெனில் இந்தப் பகுதியில்தான் வெளிச்சம் மிகுதியாக உளது.

பூச்சியினங்கள் ஒளியை நாடிச் செல்லும் தன்மையவை. ஒரு பூச்சியின் இடக் கண்ணை மூடிவிட்டு அதன் முன்னிலையில் ஒரு விளக்கை வைத்தால், வலக் கண்ணினுல்மட்டும் ஒளியினைப் பார்ப்பதன் வாயிலாக அப் பூச்சி வெளிச்சத்தைச் சுற்றிச் சுற்றிப் பறக்கின்றது. ஏனெனில் வலக் கண்மட்டும் ஒளித் தூண்டுதலைப் பெற்றுக் கொள்வதால் வலப் புறத் தசைகள் மட்டுமே இயங்குகின்றன. இடப் புறத் தசைகள் இயக்கத் தூண்டுதலற்று இருப்பதால், இரு புறங்களின் வேறுபட்ட தன்மையினுல், தூண்டுதல் மிகையாக உள்ள புறமாகப் பூச்சி பறப்பதனுல் அது விளக்கைச் சுற்றிச் சுற்றி வருகின்றது. இருளில் திறந்த வெளியில் சக்தி வாய்ந்த ஒளிவிளக்கை வைத்தால் அதன் சுற்றுப் புறங்களில் ஓய்வாக அமர்ந்திருக்கும் பூச்சிகள் வெளிச்சத்தைக் கண்டு ஒளியை நோக்கிப் பறந்து வருகின்றன. இதனுல் பூச்சிகளை 'ஒளியின் அடிமைகள்' எனக் கூறலாம்.

இருள் வாழ்விகளான கொசு, கரப்பான், ஆந்தை, சிங்கம், புலி, வௌவால் போன்ற பிராணிகள் ஒளி எதிர் வளைவு மாற்றம் காண்பிக்கின்றன. மண் புழு ஒளியின் திசைக்கு எதிர்ப்புறமாகச் செல்கின்றது. மண் புழுவின் முன்புறத்தில் ஒளியைச் செலுத்தினுல் அதன் தலைப்புறம் ஒளிப்பாதைக்கு எதிர்ப்புறமாக வளைந்து செல்கின்றது.

(ஆ) வேதியியல் பொருள் வளைவு மாற்றம் (Chemo tropism)

பிராணிகள் வேதியியல் பொருள்களுக்கு விளைவு மாற்றம் ஏற்படுத்துகின்றன. இதற்கு 'வேதியியல் பொருள் வளைவு மாற்றம்' (chemo tropism) என்று பெயர். ஒரு கண்ணுடிப் பாத்திரத்தில் நீரில் வாழும் பாக்டீரியா, புரோட்டோஸோவா பிராணிகளை வைத்து, அத்தண்ணீரினுள் நுனியில் இறைச்சிப் பொருள்கொண்ட நுண் கண்ணுடிக் குழலை வைத்தால் பாக்டீரியாவும், புரோட்டோஸோவா உயிரினங்களும் அக்கண்ணுடிக் குழலினுள் கூட்டமாகச் செல்கின்றன. ஏனெனில் இறைச்சியின் வேதியியல் பொருளினுல் இவை கவரப்படுகின்றன. பிராணிகள் உணவை நாடிச் செல்வதும் வேதியியல் பொருள் தூண்டுதல் வாயிலாகத்தான் வண்ணத்துப் பூச்சி, நறுமணங்கொண்ட மலர்களினுல் இழுக்கப்படுகின்றது. ஈ போன்ற பூச்சிகள் கெட்ட அல்லது அழுகல் நாற்றம் கொண்ட

சூழ்நிலைக்கு ஈர்க்கப்படுகின்றன. இவ்வகை நுகரும் தன்மையும் வேதியியல் பொருள்களின் தூண்டுதலால்தான் அமைந்திருக்கின்றன. இத்தூண்டுதலை நோக்கிச் செல்லும் தன்மைக்கு 'வேதியியல் பொருள் நேர்வளைவு மாற்றம்' (positive chemo tropism) எனப் பெயர்.

தண்ணீர்கொண்ட கண்ணாடிக் கோப்பையில் 'பிளனேரியாவை' வைத்து, அத்தண்ணீரின் ஒரு முனையில் வேதியியல் நச்சுப் பொருளைச் செலுத்தினால் 'பிளனேரியா' (planaria) அவ்விடத்திலிருந்து மறுதிசைக்கு விரைந்து செல்கின்றது. இத்தன்மைக்கு 'வேதியியல் பொருள் எதிர்வளைவு மாற்றம்' (neagative chemo tropism) என்று பெயர்.

(இ) நீரோட்ட வளைவு மாற்றம் (Rheotropism)

நீர்வாழ் பிராணிகள் நீரோட்டத்திற்கு ஏற்ப வளைவு மாற்றத்தை அமைத்துக்கொள்கின்றன. இவ்வகை மாற்றம் பெரும்பாலும் நதிகளில் ஏற்படுகின்றது.

சால்மன் (salmon) எனும் கடல் மீன் இனப் பெருக்க காலத்தில் கடலைவிட்டு நதிமுகம் நோக்கி நீந்திச் சென்று நதித் தண்ணீரின் ஓட்டத்தை எதிர்த்து முன்னேறி, நீர்வீழ்ச்சிகளில் மேல்நோக்கித் தாவியும், நதியின் உற்பத்தி இடங்களை அடைந்து அங்குள்ள நீர்த் தேக்கங்களில் முட்டை இடுகின்றது. இவ்வாறு இம் மீன் நீரின் ஓட்டத்தை எதிர்த்துச் செல்வதால் இதற்கு நீரோட்ட எதிர்வளைவு மாற்றம் (negative rheotropism) என்று பெயர். முட்டையினின்றும் வெளிவந்த குஞ்சுகள் சில நாட்கள் சென்றபின் நதி ஓட்டப் போக்குடன் கீழிறங்கிக் கடைசியில் கடலையடைகின்றன. இதற்கு நீரோட்ட நேர் வளைவு மாற்றம் (positive rheotropism) எனப் பெயர்.

(ஈ) வெப்பநிலை வளைவு மாற்றம் (Thermo tropism)

சூழ்நிலை வெப்ப நிலைக்கொப்ப உடல்வளைவு மாற்றம் ஏற்படுகின்றது. மேற்கத்திய நாடுகளில் வாழும் பறவைகள் குளிர்காலத்தில் அவைகளின் இயற்கையான வாழுமிடமான குளிர் நிலையிலிருந்து கிழக்கத்திய நாடுகளான வெப்பப் பிரதேசங்களை வந்தடைகின்றன.

சிறு குட்டைகளில் வாழும் பிராணிகள் வெப்பம் குறைந்த காலை நேரத்திலும், மாலை நேரத்திலும் குட்டையின் கரைகளை

வந்தடைகின்றன. நேரம் செல்லச் செல்லக் கதிரவன் கடுமையிஞல் நடுப்பகலில் பூச்சிகள் மேற்புறத் தண்ணீரைவிட்டுக் குட்டையின் அடிப்புற வெப்ப நிலை குறைந்த தண்ணீர் நிலையை அடைகின்றன. இதற்கு 'வெப்பநிலை எதிர் வளைவு மாற்றம்' (negative thermotropism) என்று பெயர்.

'குளிர் இரத்தப் பிராணிகள்' (cold blooded) எனத் தவருக விவரிக்கப்படும் உடல் 'சமவெப்ப நிலையற்ற' (poikilotherms) பிராணிகளான 'ஊர்வன' (reptiles) வகுப்பைச் சார்ந்த 'ஓணன்' (calotes) போன்றவை வைகறையில் திறந்த வெளியில் வந்து அமர்ந்து கதிரவன் வெப்பத்தைப் பெற்றுக்கொள்கின்றன. இதே போல் முதலைகள் (crocodiles) காலை வேளையில் தண்ணீரைவிட்டு வெளிவந்து பகலவன் ஒளியில் அமர்கின்றன. இதற்கு 'வெயிற் காய்தல்' (basking) என்று பெயர். வெப்பநிலை நோக்கிச் செல்லும் இவ்வளைவு மாற்றத்திற்கு வெப்பநிலை நேர்வளைவு மாற்றம்' (positive thermotropism) எனப் பெயர்.

(உ) மின்சக்தி வளைவு மாற்றம் (Galvanotropism)

மின்சக்தித் தன்மைக்குத் தக்கவாறு பல பிராணியினங்கள் வளைவு மாற்றம் ஏற்படுத்துகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக கிரஸ்டேஷ்யா வகுப்பைச் சேர்ந்த 'ஷிரிம்ப்'பை (shrump)க் கண்ணுடிப் பாத்திரத்திலுள்ள நீரில் நீந்தவிட்டு அத்தண்ணீரில் ஒரு மின் கலத்தின் மின்வாய்களைத் தொங்கவிட்டால் அப்பிராணி எப்பொழுதும் 'நேர்மின்வாயை' (anode) நோக்கி நீந்திச் செல்கின்றது. இச் சோதனைக்குக் குறிப்பிட்ட மின்சக்தி அளவைத்தான் பயன்படுத்த வேண்டும் இவ்வளைவு மாற்றத்தன்மையை, உடலினுள் நரம்புகளில் ஏற்படும் மின்தூண்டுவிசை வாயிலாக விவரிக்க இயலும்.

வெளித்தூண்டுதல்களால் ஏற்படும் நரம்பு மண்டல இயக்கங்களிஞல் மேற்கூறிய பலவகை வளைவு மாற்றங்கள் ஏற்படுகின்றன. சரிவரச் செயலாற்று முறை நடைபெறக் குறிப்பிட்ட அளவுள்ள தூண்டுதல்தான் இருக்கவேண்டும். தூண்டுதலின் தன்மை அதிகமாகவோ குறைவாகவோ இருந்தால் வளைவு மாற்றம் சரிவர நடைபெற இயலாது.

தாழ்நிலைப் பிராணிகளின் இயக்கங்கள் பெரும்பாலும் வளைவு மாற்றத்திஞல்தான் ஏற்படுகின்றன. எனவே, அவைகளை 'வளைவு மாற்றத்தின் அடிமைகள்' எனக் கூறலாம். புரோட்டோஸோவாப் பிராணிகளின் செயலாற்று முறை வளைவு மாற்றத்திஞல்மட்டுமே நடைபெறுகின்றன. அவைகளின் உடலில் நரம்பு அமைப்புகள்

இல்லாததால்தான் வளைவு மாற்றத்தை அவைகள் எதிர்நோக்கு கின்றன. உயர்நிலைப் பிராணிகளில் நரம்பு மண்டலம் படிப் படியாக நன்கு அமைக்கப்பட்டு வந்திருப்பதால் அப்பிராணி களின் செயலாற்று முறை நரம்பு மண்டலத்தினால் கட்டுப்பட்டு வருவதால் வளைவு மாற்றம் படிப்படியாகக் குறைந்துவருகின்றது. அதற்குப் பதிலாக நரம்பு மண்டல ஆதிக்கம் பிராணியின் செய லாற்று முறையை ஒழுங்குபடுத்தி வருகின்றது.

உயர்நிலைப் பிராணிகளான பாலூட்டிகளில் மூளையின் கார்டெக்ஸ் நன்கு அமைந்திருப்பதால் வளைவு மாற்றம் மிகக் குறைந்த அளவில் அமைந்து அனிச்சைச் செயல்கள் செயலாற்று முறையை ஏற்படுத்துகின்றன. தாழ்நிலைப்பிராணிகளில் வளைவு மாற்றம் எவ்வாறு உதவுகின்றதோ அவ்வாறே உயர்நிலைப் பிராணி களுக்கு அனிச்சைச் செயல் உதவுகின்றது.

(2) உணர்வு செயலாற்று முறை (C nscious beh;viour)

பிராணிகளின் நரம்பு மண்டல முன்பகுதி விரிவடைந்து மூளை யாக அமைந்து உடலின் வெளிப்புற உணர்வுப்பொறிகளுடனும், இயக்கத் தசைகளுடனும் நரம்புகள்மூலம் தொடர்பு கொண்டுளது. உடலின் உணர்வுப் பொறிகளில் சூழ்நிலைமாற்றத்தால் ஏற்படும் தூண்டுதல்கள் உணர்வுப் பொறிகள்மூலம் கவரப்பட்டு உணர்வு நரம்புகள் வழியாக எடுத்துச்செல்லப்பட்டுத் தண்டு வடத்தை அடைந்து அதிலிருந்து மூளையை அடைகின்றன. மூளையின் இயக் கத்தால் மறு உத்தரவுகள் பிறப்பிக்கப்பட்டுத் தண்டு வடத்தின் மூலம் சென்று செயல்நரம்புகள்வழியே தசைகளையடைய அதற் கேற்றவாறு தசைகள் சுருங்கத் தூண்டுதலுக்கேற்ப உடல் மாற்றங் கள் உண்டாக்கப்படுகின்றன.

இந்நிகழ்ச்சியில் மூளை இயங்குவதால் இந்நிகழ்ச்சி நம் உணர்வுக்கு உட்பட்டு நடைபெறுகிறது. ஆய்ந்து செயல்படும் இவ்வியக்கம் நடைபெறச் சிறிது நேரம் எடுத்துக்கொள்ளப்படு கிறது.

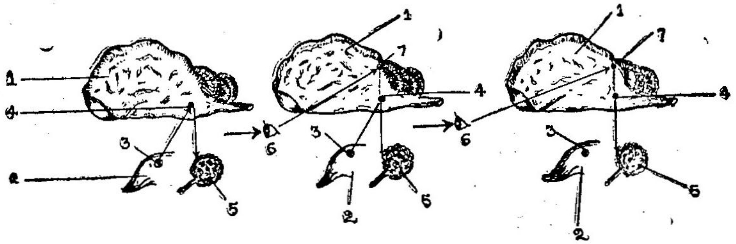
(3) தன் உணர்வற்ற நடத்தை (Unconscious behaviour)

இவ்வுடல் செயல் மாற்றம் மூளையின் நேரடித் தொடர்பற்றுத் தண்டுவடத்தினால் ஏற்படுவதால், இது 'அனிச்சைச் செயல்' (reflex action) வகையைச் சார்ந்தது. இது தானாகவும் மிகக் குறுகிய கால அளவிலும் நடைபெறும் நிகழ்ச்சியாகும். நம் உடலில் ஏற்படும் பல்வகை அன்றாட இயக்கங்கள் அனிச்சைச் செயலான தன் உணர்வற்ற செயல் மாற்றத்தினால்தான் ஏற்படு கின்றன. இதன் பயனாக மூளையின் வேலைச்சுமை குறைகின்றது.

இந் நிகழ்ச்சியின் விவரங்கள் முன்னமேயே 'தண்டு வடத்தின் செய்கடமை' எனும் பகுதியில் 'அனிச்சைச் செயலில் கூறப் பட்டுள்ளன. இவ்வனிச்சைச் செயல் ஓர் அனிச்சை வளைவு மூலமோ, பல அனிச்சை வளைவுமூலமோ நடைபெறுகின்றது எனத் தெரிந்துகொண்டோம். இவ்வாறு உள்ள அனிச்சைச் செயலுக்கு 'நிபந்தனையற்ற அனிச்சைச் செயல்' (unconditioned reflex action) என்றும் பெயர். சாதாரண அனிச்சைச் செயல் (normal reflex action) என்றும் பெயர்.

உடலில் சாதாரண அனிச்சைச் செயல் நிகழ்ச்சியில் ஒரு புதிய ஆக்கக் கூறு (factor) ஏற்படுத்துவதன்வாயிலாக ஒரு மாறுபட்ட அனிச்சைச் செயல் ஏற்படுத்தப்படுகின்றது. புதிய தொகுப்பைப் புகுத்துவதன் காரணம்கொண்டு இச்செயலை 'நிபந்தனையுள்ள அனிச்சைச் செயல்' (conditioned reflex action) எனக்கூறுகிறோம்.

'பாவ்லாவ்' (Pavlov) எனும் உருசிய நாட்டு (Russia) அறிவியல் அறிஞர் பல ஆய்வுகள்மூலம் இவ்வகை அனிச்சைச் செயலைக் கண்டுபிடித்து விளக்கமும் அளித்தார்.



படம் 32. நிபந்தனையுள்ள அனிச்சைச் செயல்

1. மூளை 2. நாக்கு 3 சுவை அரும்புகள் 4. உமிழ் நீர் இயக்கப் பகுதி 5. உமிழ்நீர்ச் சுரப்பி 6. கண் 7. பார்வை இயக்கப் பகுதி

சாதாரண நிலையில் ஒரு நாய்க்கு இறைச்சித் துண்டினை உணவாகக் கொடுத்தால் உணவு நாவில்பட, இச்சுவைத் தூண்டுதல் நாவின் 'சுவை அரும்புகள்' (taste buds) வாயிலாகத் தெரிந்து கொள்ளப்பட்டு உணர்வு நரம்புகள் வழியாக மூளையை அடைகின்றது. மூளையில் உமிழ்நீர்ச் சுரப்பியினை இயக்கும் பகுதி ஒன்றுள்ளது. இதற்கும் சுவை தெரிந்து கொள்ளும் பகுதிக்கும் இணைப்புள்ளது. சுவையறிந்து கொள்ளும் பகுதியிலிருந்து உமிழ் நீர்ச் சுரப்பியை இயக்கும் பகுதிக்கும் தொடர்பு உண்டு. இதன் மூலம் சுவை, மூளையை அடைந்தவுடன் மூளையிலிருந்து கட்டளைகள் பிறப்பிக்கப்பட்டு, உமிழ்நீர்ச் சுரப்பி உமிழ்நீரை வெளியிடுகிறது.

'பாவ்லாவ்' ஒரு நாயின் உமிழ் நீர்க்குழலைப் பிரித்து, அதன் முனையை உடலின் வெளியே பொருத்தப்பட்ட கண்ணாடிக் குழலில் தொங்கவிட்டார். நாய்க்கு உணவு அளித்தவுடன் சுரக்கப்பட்ட உமிழ்நீர் சொட்டுச் சொட்டாகக் கண்ணாடிக் குழலை வந்தடைகின்றது. எவ்வளவு சொட்டு உமிழ்நீர் வெளியிடப் படுகிறது என நன்கு கணக்கிடலாம்.

இந்த நாய்க்கு மணி அடித்துச் சரியாக, இரு மணித்துளி களுக்குப் பின்னர் இறைச்சி அளித்தார். ஆரம்ப காலத்தில் உணவு நாக்கில் வந்தடைந்த பின்னர்தான் உமிழ்நீர் சுரக்கப் பட்டு வந்தது. ஆரம்ப காலத்தில் மணியடிப்பதற்கும், உமிழ்நீர் சுரப்பதற்கும் எவ்விதத் தொடர்பும் இல்லாமலிருந்தது. இம் முறையில் மணி அடித்த இரண்டு மணித்துளிகளுக்குப் பின்னர் தான் உணவு கொடுக்கும் முறை திரும்பத் திரும்பச் செயல்படுத் தப்பட்டது. இப்பழக்கத்தினால் நாயானது மணியடித்த இரண்டு மணித்துளிகளுக்குப் பின்னர் உணவு கிடைக்கும் என்ற ஒரு கருத்தைப் பயிற்சியின்மூலம்தான் தெரிந்து கொள்ள முடிந்தது. இப்பயிற்சியினால் :மணியடித்த இரண்டாவது மணித் துளியே, உமிழ் நீர் சுரக்க ஆரம்பிக்கின்றது. மணியடித்து இரண்டு மணித் துளிகள் கழித்து, உணவு கொடுக்கப்படாவிடினும் உமிழ்நீர் சுரக்கத் தொடங்குகின்றது. ஆகையினால் மணியடிப்பது என்ற ஒரு புதிய ஆக்கக் கூறு உமிழ்நீர் சுரப்புத் தன்மையில் புகுத்தப் பட்டது. ஆராய்ச்சியின் தொடக்கத்தில் மூளையின் சுவை இயக்கப் பகுதிக்கும், உமிழ்நீர்ச் சுரப்புப் பகுதிக்கும் தொடர்பிருந்தது. மணி அடிக்கும் புதிய ஆக்கக்கூறு ஏற்பட்டதன்வாயிலாக மூளையின் ஒலி கேட்டறிந்து கொள்ளும் பகுதிக்கும் உமிழ்நீர்ச் சுரப்பி இயக் கப் பகுதிக்கும் புதிய தொடர்பு ஏற்பட்டது. பின்னர் மணியடித்த இரு மணித்துளிகளில் உணவு திண்ணமாகக் கிடைக்கும் என்று நாய் புரிந்துகொண்டதன்பேரில், மூளையின் சுவை அறியும் பகுதிக்கும், உமிழ்நீர்ச் சுரப்பி இயக்கும் பகுதிக்கும் உள்ள ஆரம்பத் தொடர்பு துண்டிக்கப்பட்டு, ஒலி கேட்டறிந்து இயக்கும் பகுதிக்கும் சுரப்பி இயக்கப் பகுதிக்கும் உள்ள தொடர்பே நீடித் தமையால் மணி அடித்து இரண்டு மணித்துளிகளுக்குப் பின்னர் உணவு கொடுப்பினும், கொடுக்காவிடினும் உமிழ்நீர் இயல்பாகவே சுரக்கிறது. மணியடித்து இரண்டு மணித்துளிகளில் உணவு கிடைக்கும் என்ற ஓர் எண்ணத்தை நாய் புதியதாக ஏற்படுத்திக் கொண்டதால்தான் இவ்வகை 'மாற்றியமைக்கப்பட்ட அனிச்சைச் செயல்' நடைபெறுகின்றது. இதற்கே 'நிபந்தனையுள்ள அனிச்சைச் செயல் எனப் பெயர்.

(4) நினைவாற்றல் (Memory)

இச்செயலாற்றல் வாழ்க்கையில் ஏற்பட்ட நிகழ்ச்சியின் மூலம் கற்றறிந்தமையால் ஏற்படுகின்றது. வெளித் தூண்டுதல்களும் அவைகளுக்கேற்ப மாறுதல்களும் மூளையின் பல்வேறு பகுதிகளில் சேகரித்து வைக்கப்படுகின்றன. மூளையின் பல்வேறு பகுதிகளில், கேட்டறிந்துகொள்ளும் தன்மை, பார்த்தறிந்து கொள்ளும் தன்மை, சுவை மாற்றங்கள், தட்ப வெப்ப மாறுபாடுகள் பேச்சாற்றல், நுகர்தல் முதலிய பழக்கத்தினால் அறிந்து கொள்ளப்பட்ட உணர்வுகள் சேகரித்து வைக்கப்பட்டுள்ளன. இதனால் ஓர் உணர்ச்சி, மூளையின் குறிப்பிட்ட பகுதிக்குச் செல்ல அதன் தன்மையை உடனே அறிந்து கொள்கிறோம். ஒரு குழந்தை நெருப்பைத் தொட்டு அதன் சுடும் தன்மையைக் கண்டறிந்த பின்னர், நெருப்பைக் கண்டவுடனேயே அது சுடும் தன்மை கொண்டது என்று அக்குழந்தை முடிவுக்கு வருவதால் நெருப்பை இரண்டாவது முறையாக நெருங்குவதில்லை. முதுகெலும்புள்ள பிராணிகளின் நினைவாற்றல் கூடுதலாக அமைந்திருக்கின்றது. பாலூட்டிகளில்-முக்கியமாக-மனிதனில் இவ்வாற்றல் மிக நன்கு அமைந்துள்ளது.

(5) இயல்பு உணர்ச்சி மாற்றம் (Instinctive behaviour)

முன் பயிற்சி இல்லாமலும், வளைவு மாற்றத்தினால் விவரிக்க இயலாததுமான சில பிராணிகளின் செயலாற்று முறையை இயல்பு உணர்ச்சி எனக் கூறுகின்றனர். இவ்வகைச் செயலாற்று முறை ஒவ்வொரு பிராணியினத்திற்கும், குறிப்பிட்ட தன்மையில் அமைந்திருக்கின்றது. இவ்வகைச் செயலாற்றுமுறைகள் எளிதில் புரிந்துகொள்ள இயலாதவை எனினும், வியக்கக் கூடிய தன்மை கொண்டவை. பண்டைக் காலத்தில் இயல்பு உணர்ச்சியைப் புதிராகவும், இயற்கையிலேயே தோன்றும் தன்மையது என்றும், ஐம்பொறிகளுக்கும் அப்பாற்பட்டது என்றமையால் இதை 'ஆறுவது புலனு'க் (sixth sense) கருதி வந்தனர். இயல்பு உணர்ச்சி என்பது முறையான அறிவியல் விளக்கம் கொடுக்க முடியாத ஓர் ஆற்றல்; அது உயிரினம் பிறக்கும் நேரத்திலே செயல்படத் தொடங்குகின்றது. பிறந்தவுடன் தாயின் பாலைச் சேய் சப்பிக்குடிப்பதும், உணவை விழுங்குவதும் முன் பயிற்சியின்றி பிறந்த காலத்திலேயே ஏற்படுதலால் இவைகளை இயல்பு உணர்ச்சி எனக் கூறுகின்றனர். ஒவ்வொரு பறவையினமும் குறிப்பிட்ட கூடு கட்டும் பொருள்களைப் பயன்படுத்தித் தனியமைப்புடைய கூடுகளைக் கட்டுகின்றன. சண்டையிடும் சேவல் மற்றொரு சேவலைத்தான் தாக்குகிறதே தவிரப் பெட்டைக் கோழியைத் தாக்குவதில்லையே! கயிற்றில் கட்டித் தொங்கவிடப்பட்ட உயிருள்ள நண்டை

'ஆக்டோபஸ்' (octopus) ஏற்றுக்கொள்ளாமல், தண்ணீரினடியில் தானுகவே திரியும் நண்டைத்தான் பிடித்துக்கொள்கிறது. பறவைகள் 'வலசை போதல்' (migration) மூலம் தங்களின் நிலையான இருப்பிடத்தைவிட்டு, ஆயிரக் கணக்கான மைல்கள் பறந்து சென்று ஆண்டுதோறும் குறிப்பிட்ட இடத்தை வந்தடைகின்றன. இவைகள் ஒரு குறிப்பிட்ட பிரயாணப்பாதையின் வாயிலாகத்தான் பறந்து வருகின்றன. நிலநடுக்கம், கடல் கொந்தளிப்பு போன்ற இயற்கையின் சீற்றங்கள் நடைபெறும் முன்னரே, சில விலங்கினங்களும், மீனினங்களும் அவைகளின் வேறுபட்ட மாற்றங்களின் மூலம் தெரிவிக்கின்றன. பின்னர் வரும் நிகழ்ச்சிகளை ஓரளவு முன்னரே தெரிவிக்கும் தன்மை கொண்ட சில மனிதர்களின் ஆற்றலுக்கும் மேற்கூறிய எளிதில் விவரிக்க இயலாத பிராணிகளின் செயலாற்று முறைக்கும் இயல்பு உணர்ச்சி என்று பண்டைக் காலத்தில் விவரித்து வந்தனர்.

பேராசிரியர் வில்லியம் ரோவன் (William Rowan) காக்கையின் சில முட்டைகளை வீட்டினுள் வைத்து, செயற்கை முறையில் குஞ்சு பொரிக்கச் செய்து, சிறு குஞ்சுகளை வளர்த்தார். குளிர்காலத்தில் காக்கைகள் அவர் வசிக்கும் இடத்தை விட்டுப் பல்லாயிரம் மைல்கள் சென்ற பின்னர், வீட்டில் அடையாளத் தட்டுகளைக் காலில் கட்டி வெளியே, வளர்த்த குஞ்சுகளை விடுவித்தார். இக் குஞ்சுகள் மற்றக் காக்கைகளைக் காணுதிருந்தும், காக்கைகள் முன்பு சென்ற பாதை தெரியாமலிருந்தும், அவைகள் இத்தகைய பிரயாணப் பயிற்சி இல்லாமல் இருந்தும், அவைகள் தடையேதுமின்றிக் காகங்கள் சென்ற வழியிலேயே பறந்து சென்று, அவைகளின் கூட்டத்தை அடைந்தன. இந்தப் பிரயாண இயல்பு உணர்ச்சியானது அவைகள் முட்டையினுள் வளரும் பருவத்திலேயே தோன்றியிருப்பதுபோலத் தென்படுகின்றது.

பரிசோதனைக்காக 'வலசை போதல்' பற்றி விவரமாக அறிந்துகொள்ள சில ஐரோப்பிய விஞ்ஞானிகள் மேற்கு ஜெர்மனி நாரைகளின் முட்டைகளுக்குப் பதிலாகக் கிழக்கு ஜெர்மனி நாரைகளின் முட்டைகளை மாற்றி வைத்தார்கள். இவைகளினின்றும் வெளிப்பட்ட குஞ்சுகளின் கால்களில் அடையாளத் தட்டுகளைக் கட்டினர். இவைகளின் வலசை போதலைக் கண்காணித்ததில், வளர்ப்புப் பெற்ருேராக ஆக்கப்பட்ட மேற்கு ஜெர்மனி நாரைகள் நைல் பகுதியை நோக்கிப் பறந்து சென்றும் அவைகளால் அடைகாக்கப்பட்டுப் பொரிக்கப்பட்ட கிழக்கு ஜெர்மனி நாரைகள் இயல்பாகச் செல்லும் புதிய பாதைமூலம் தங்கள் இனத்தை யடைந்தன.

ஆகையினுல் இவ்வகையான ஆய்வுகளினுலும், இயல்பு உணர்ச்சி இருப்பதாகக் கருதப்படுகின்றது.

பறவைகள் வெளிச்சத்தின் தன்மையாலும், அவைகள் வடக்கிலிருந்து தெற்கு முகமாகவும், எதிர்ப்புறமாகச் செல்வதால் பூமியின் காந்தத் தன்மையை அறிந்து கொள்வதன்மூலமாகவும் இரவில் பறக்கும்பொழுது வானிலையை விண் மீன்களின் தன்மையைக் கொண்டும் வலசை போதலை நடத்துகின்றன என்று வலசை போதல் தன்மைக்கு வல்லுநர்கள் விளக்கம் கூறுகிருர்கள். இக்கோட்பாட்டை உடைத்தெறிய வலசை போதல் மேற்கொண்ட புருக்களின் இறக்கைகளுக்குக் கீழ்ச் சிறு காந்தங்களை வைத்துக் கட்டினர். அப்பறவைகளுக்குக் காந்தத் தன்மை இருப்பின் இக் காந்தத் துண்டுகள் பறவைகளின் காந்தத் தன்மையைப் பாதிக்கும். இருந்தும் அவை வழக்கம்போல் வழக்கமான பாதையில் பறந்து சென்று செல்லவேண்டிய இடத்தையே அடைந்தன.

இரவில் வலசை போதல் செய்யும் பறவைகள் விண்மீன்களின் ஒளியினைக் கொண்டு பறக்கின்றன எனக் கூறப்படுகிறது. E.G.F. ஸாவர் (E.G F. Saur) என்பவர் இரவில் வலசை போகும் பறவைகளை, வீட்டினுள் முட்டையினின்றும் குஞ்சு பொரிக்கச் செய்வதன்மூலம் அவைகளுக்கு வானிலை முன்னறிவிப்பு இன்றியே வளர்த்துவந்தார். வளர்ந்த இப்பறவைகளை ஒரு கூட்டினுள் அடைத்துச் செயற்கை வானிலை அமைப்புக் கொண்ட ஓர் அறையில் கூட்டைத் திறந்தவுடன் இப்பறவைகள், தங்கள் இனம் வலசை போகும் வழியை நோக்கித் திரும்பின. செயற்கை வானிலை அமைப்பு எந்த வழியில் திருப்பப்பட்டாலும் பறவைகள் நிலையாக வலசை போகும் பாதையை நோக்கித் திரும்பின.

ஒவ்வொரு பறவை இனத்திற்கும் தனிப்பட்ட கூடு அமைக்கப் படுகின்றது. சில பறவைகளின் முட்டைகளைச் செயற்கை முறையில் பொரிக்கச் செய்து, வளர்ந்த பறவைகளை இனப் பெருக்க காலத்தில் திறந்துவிட்டால் அவை முன் பழக்கமின்றி யிருந்தும், தன் இனத்துக்குரிய கூட்டின் அமைப்பைத்தான் உண்டாக்குகின்றன. இவ்வகைச் செயலாற்று முறைகளை இயல்பு உணர்ச்சி எனக் கூறுகின்றர்.

அறிவியல் முறையிலும் செயலியல் அடிப்படையிலும் இயல் புஉணர்ச்சி என்ற கோட்பாட்டை மறுக்கின்றனர். பிராணிகளின், உடல் மாற்றம், வெளி உணர்ச்சிக்கு ஏற்ற நரம்பு இயக்கங்களானும், தசை இயக்கங்களானும், உடலில் உண்டாக்கப்படும் வேதியியல் பொருள்களாலும்தான் ஏற்படுகின்றன என்பது இவர்கள் கூற்று. இவர்களின் கருத்திற்கிணங்க, பறவைகளுக்கு வலசை போகும்

காலத்தில் சின்ஞட்களுக்கு முன்னம் உடலின் இனச்சுரப்பிகள் பெரிதடைந்து அவைகளின் ஹார்மோன் உண்டாக்கப்படுவதால், வலசை போகத் தேவையான தூண்டுதல்கள் உடலினுள் ஏற்படுகின்றன.

இத் தூண்டுதல்கள்மூலம், இவை காற்று, வெப்பம் முதலிய இயற்கை நிலைகளை அறிந்தும், முன் சென்ற வழியினைக் கொண்டும், ஒளி வேறுபாடுகளை அறிந்துகொள்வதாலும், வானிலை, விண் மீன்களின் நிலையினையும் கொண்டு, ஒழுங்கான பாதையில், வலசை போதலை நடத்துகின்றன என விளக்கம் கொடுக்கின்றனர்.

சில அறிவியல் அறிஞர்கள் உடலினுள் கருவளர்ச்சிக் காலத்திலேயே சில உள்ளார்ந்த அனிச்சைச் செயல் வளைவுகள் (Inborn Reflex) ஏற்படுகின்றன என்றும், அவ் வனிச்சை வளைவுகள் இயங்குதற்கு, விளக்க இயலாத இத்தகைய இயல்பு உணர்ச்சிகள் அமைகின்றன எனவும் கருதுகின்றனர். ஆகையால் இயல்பு உணர்ச்சி என்பது பிறக்கும் முன்னரே உடலில் தோன்றியிருக்கும் அனிச்சைச் செயல் என அறியக்கிடக்கிறது.

இயல்பு உணர்ச்சியின் விளக்கங்கள், நிலையாகக் கொடுக்கப் படமாட்டா. அதன் தன்மை ஆதரிக்கப்பட்டும் மறுக்கப்பட்டும் இருக்கின்றன. இதைப் பற்றி அறிவியல் வல்லுநர்கள் ஒரு நிலையான முடிவுக்கு வர இயலவில்லை.

கல்லூரி நூல் வெளியீட்டு இயக்குநரகம்

தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்

சென்னை

1970 ஜனவரிவரை வெளியிட்டுள்ள நூல்கள்

பொருளாதாரம்

எண்	நூல்	ஆசிரியர்	ரூ.	பை.
*1.	பொருளாதாரம்—I	சி. வேலாயுதம்	6	50
*1-A	,, II	,,	9	00
*2.	சோவியத் பொருளாதார வளர்ச்சி	டாக்டர் எம். ஜே. கே. தவராஜ்	4	25
*3.	அமெரிக்கப் பொருளாதாரம்	,,	4	50
*4.	பொருளாதாரச் சிந்தனை வரலாறு	சோணசலம்	7	00
*5.	பன்னாட்டு வாணிபம்	மு. ஆரோக்கியசாமி	6	00
6.	புதுமைப் பொருளாதாரக் கூறுகள்	திருமதி ஆர். தாமரஜாட்சி	12	00
7.	பொருளாதாரம் ஓர் அறிமுகம்—I	தி. சி. மோகன்	12	00
8.	,, II	எம். ஏ. அபூர்வசாமி, பி.வி. ஸ்ரீநிவாசன்	10	75
9.	பொருளாதாரக் கோட்பாடு வளர்ந்த வரலாறு	க. முத்தையன்	7	00
*10.	பணவியலும் பாங்கியலும்—I	சி. வேலாயுதம்	6	75
*11.	,, II	,,	11	50
*12.	நவீன பாங்கு இயல்	க. வெற்றிவேல்	7	50
*13.	இந்தியச் செலாவணியும் பாங்கு முறையும்	பி. வி ஸ்ரீநிவாசன்	5	50
*14.	அரசாங்க நிதி இயல்	அர. சேஷாசலம்	4	75
15.	இந்தியப் பொருளியல்—I	எம். பாலசுப்பிரமண்ணியன்	10	00
16.	,, II	எம். லூர்துநாதன்	4	25

*மூல நூல் (Original Book)

பொருளாதாரம் — (தொடர்ச்சி)

			ரூ.	பை.
17.	நமது பொருளாதாரப் பிரச்சினை — I	சி. சுந்தரராஜன்	10	75
18.	,, II	எஸ். குழந்தைநாதன்	10	50
19.	இங்கிலாந்தின் பொருளாதார வரலாறு — I	கீ சீ. இராமசாமி	6	00
20.	,, II	,,	6	00
21	அமெரிக்காவின் நவீன பொருளாதார வளர்ச்சி	தி. சி. மோகன்	5	00
22.	அமெரிக்கப் பொருளாதார வரலாறு - I	மு க. சுப்பிரமணியம்	11	00
23.	,, II	பி வி சீநிவாசன்	6	00
24.	,, III	,,	6	50
25.	அரசாங்க நிதியியலின் பொருளாதாரம் — I	மா. குமாரசாமி	10	00
26.	,, II	அர. சேஷாசலம்	9	50
27.	இந்தியாவின் பொருளாதார வளர்ச்சி — I	தே. வேலப்பன்	10	00
28	,, II	ஜி சிதம்பரம்	8	00
29.	பணம் — சிறு விளக்கம்	கோ. இராதாகிருஷ்ணன்	10	00
30.	வணிக இயலின் தத்துவங்கள்	கு. ஆளுடைய பிள்ளை	9	50
31.	பத்தொன்பதாம் நூற்றுண்டில் கிரேட் பிரிட்டனில் தொழில்-வாணிகப் புரட்சி	சூ. ரா. கருப்பண்ணன்	11	00
32.	பென்ஹாம் பொருளாதாரம் — I	ஏ. குழந்தை	11	00
33.	,, II	எஸ். குழந்தைநாதன்	7	00
34.	வரவு செலவுத் திட்டம்	ஆர் ரங்காச்சாரி	6	00
35.	பன்றுட்டுப் பொருளாதாரம் - I	ஏ. குழந்தை	7	50
36.	,, II	கே. எஸ். இராமசாமி	9	00
37.	பொருளாதார ஆய்வு நூல் — I	கோ. இராதாகிருஷ்ணன்	7	75
38.	,, II	,,	7	00
39.	வளர்ச்சியுருத நாடுகளின் அரசாங்க நிதியியல்	க. வெற்றிவேல்	4	25
40.	வளர்ச்சி குறைந்த நாடுகளின் முதலாக்கம்பற்றிய சிக்கல்கள்	மா. குமராசாமி	5	50
41.	1939 முதல் இந்தியாவில் பணவீக்க விலைப் போக்குகள்	சி. சுந்தரராஜன்	7	50

42.	பொருளாதார வளர்ச்சிபற்றிய கட்டுரைகள்	எம். கே. சுப்பிரமணியம்	7	75
43.	இந்தியப் பொருளாதார வரலாறு (1857—1956)—I	ம. திருநாவுக்கரசு	7	00
44.	பொருளாதாரம்—ஓர் அறிமுகம்	பு. வி. சீனிவாசன்	6	25
வரலாறு				
*45.	பிரிட்டன் வரலாறு—I	கி. ர. அனுமந்தன்	4	50
*46.	,, II	,,	3	50
*47.	,, III	,,	7	25
*48.	ஐரோப்பிய வரலாறு—I	டி. வி. சொக்கப்பா	4	50
49.	ஐரோப்பா—கடந்த ஐந்து நூற்றுண்டுகாலச் சரித்திரம்	வை. விருத்தகிரீசன்	15	00
50.	இங்கிலாந்து வரலாறு—I	இரா. அண்ணுமலை	13	00
51.	,, II	பா. மாணிக்கவேலு	13	00
52.	,, III	என். ஜே. ராஜகோபால்	8	00
53.	,, IV	,,	8	00
54.	இங்கிலாந்தின் வரலாறு—I	க. த. திருநாவுக்கரசு	15	00
55.	,, II	எம். எக்ஸ். மிராண்டா	8	00
56.	,, III	,,	5	00
57.	இந்தியாவின் சிறப்பு வரலாறு—I	தி. வெ. குப்புசாமி	7	50
58.	,, II	ஏ. உஸ்மான் ஷெரீப்	9	00
59.	,, III	அ. பாண்டுரங்கன்	11	00
60.	கிரேக்க நாட்டு வரலாறு—I	சைமன் ஐ. எஸ். பாக்கியநாதன்	7	50
61.	,, II	,,	7	00
62.	,, III	பி. இராமாநுஜம் தேவதாஸ்	7	75
63.	ஆக்ஸ்ஃபோர்டின் இந்திய வரலாறு—I	தி. வெ குப்புசாமி	8	25
64.	,, II	ஏ. உஸ்மான் ஷெரீப்	7	50
65.	,, III	க. த. திருநாவுக்கரசு	10	50

* மூல நூல் (Original Book)

			ரூ.	பை.
வரலாறு—(தொடர்ச்சி)				
66.	முகலாயப் பேரரசு—I	ஏ. உஸ்மான் ஷெரீப், எம். எக்ஸ். மிராண்டா	7	50
67.	„ II	எம் எக்ஸ். மிராண்டா' பா. மாணிக்கவேலு	7	75
68.	ஆங்கில அரசியலமைப்பின் வரலாறு—I	வை. விருத்தகிரீசன்	7	50
69.	„ II	வை. விருத்தகிரீசன், இரா. அண்ணுமலை	6	75
70.	„ III	இரா. அண்ணுமலை, பா. மாணிக்கவேலு	6	50
71.	„ IV	பா மாணிக்கவேலு	7	00
72.	ஆங்கிலேயரின் சமுதாய வரலாறு—I	சி. ஈ. இராமச்சந்திரன்	6	50
73.	„ II	சி. ஈ. இராமச்சந்திரன், இர ஆலாலசுந்தரம்	6	75
74.	„ III	ஆர். ஆலாலசுந்தரம்	6	50
75.	இந்தியாவில் முகலாயரின் ஆட்சி—I	பா. மாணிக்கவேலு	5	00
76.	„ II	ஏ. உஸ்மான் ஷெரீப்	6	00
அரசியல்				
77.	அரசியல் அமைப்புகள்	ஜே. இராமச்சந்திரன்	4	62
78.	அரசாங்கத்தின் வரலாறு	மோ. கிளாரன்சு, டி. டி. பெலிக்ஸ்	7	50
*79.	இந்திய அரசியலமைப்பு	வீ. கண்ணையா	4	75
80	அரசியலுக்கு ஓர் அறிமுகம்	டி. செல்லப்பா	8	50
81.	தற்கால அரசியல் அமைப்புகள்	மோ. வள்ளுவன் கிளாரன்சு	8	50
82.	பன்னாட்டு அரசியல்—I	திருமதி நூர்ஜஹான் பாவா	16	00
83.	„ II	„	13	25
84.	பொதுத்துறை ஆட்சி இயல்—I	வீ. கண்ணையா	9	00
85.	„ II	இ. ஜெகதீசன்	7	25
86.	பொதுத்துறை ஆட்சியியலுக்கு ஓர்அறிமுகம்—I	வீ. கண்ணையா	7	50
87.	„ II	டி செல்லப்பா	7	50

88.	இந்திய அரசியலமைப்புத் திட்டம்	தி. வெ. குப்புசாமி, எஸ். சுப்பிரமணியன்	9	25
89.	இந்திய ஆட்சி அமைப்புமுறை வளர்ச்சி—I	வீ. கண்ணையா	6	25
90.	,, II	வீ. கண்ணையா, கி. ர. அனுமந்தன்	5	75
91.	,, III	கி ர. அனுமந்தன்		
*92.	மக்கள் ஆட்சி	க. சந்தானம்	4	25
93.	1919 முதல் சர்வதேச உறவுகளும் உலக அரசியலும்	என். ஜே. ராஜகோபால்	7	75
94.	சமூக, அரசியல் கொள்கையின் அடிப்படைகள்	மோ. வள்ளுவன் கிளாரன்ஸ்	7	00
95.	அரசியலமைப்புச் சட்ட ஆய்வுக்கு ஓர் அறிமுகம்—I	பா சூரியநாராயணன்	5	75
96.	,, II	பா. சூரியநாராயணன், கி. ர. அனுமந்தன்	6	00
97.	,, III	கி. ர. அனுமந்தன்	5	75

உளவியல்

98.	குழந்தை உளவியல்—I	கி. ர. அப்புள்ளாச்சாரி	8	00
99.	,, II	,,	7	00
100.	உட்கவர் மனம்	சி. ந. வைத்தீஸ்வரன்	7	00
101.	இளையோர் உளவியல்—I	தி. இரா. அரங்கராசன்	12	00
102.	,, II	,,	9	00
103.	சமூக உளவியல்	என். வேதமணி மானுவேல்	9	25
104.	பிறழ்நிலை உளவியல்	அ. பென்சட் கிரீப்பர்ராஜ்	11	00
105.	பித்தரின் உள்ளம்	,,	3	00
*106.	குமர உள்ளம்	டாக்டர் மு. அறம்	6	25

*மூல நூல் (Original Book)

			ரூ.	பை.
தத்துவம்				
107.	இந்து சமயத் தத்துவம்	ஞா. ராஜாபகதூர்	5	50
*108	அறிவு ஆராய்ச்சி இயல்	ஆர் ராமானுஜாச்சாரி	3	50
*109.	மேலைநாட்டுத் தத்துவம்	ஆர். எஸ். தேசிகன்	3	50
110.	அத்துவித தத்துவம்	கோ. மோ காந்தி	6	50
111.	ஆங்கிலேயப் பயன்வழிக் கொள்கையினர்	மோ. வள்ளுவன் கிளாரன்சு	5	50
112.	இந்தியத் தத்துவம் – I	வ. அ. தேவசேனாபதி, பா. நா. சண்முக சுந்தரம்	3	50
113.	,, II	,,	6	00
114.	மெய்ப்பொருளியல் - ஓர் அறிமுகம்—I	சி. இராமலிங்கம்	6	00
அறவியல்				
115.	அறவியல் - ஓர் அறிமுகம்	கோ. மோ. காந்தி	8	50
அளவையியல்				
116.	அளவையியல் தொடக்க நூல்	கி. ர. அப்புள்ளாச்சாரி	2	50
மானிடவியல்				
*117.	மானிடவியல்	ம. சு. கோபாலகிருஷ்ணன்	4	75
118.	பண்பாட்டுக் கோலங்கள்	கி. பூ. சுப்பிரமணியம்	5	50
119.	இந்தியாவில் குடியானவர் வாழ்க்கை	எஸ். இலட்சுமி	3	50
சமூகவியல்				
120.	சமூகவியலின் அடிப்படைக் கோட்பாடு	ஜே. நாராயணன்	10	50

புவியியல்

121.	ஆசியா—I	கொ. சேஷ. நரசிம்மன்	9	50
122.	,, II	,,	8	75
123.	ஐரோப்பாக் கண்டத்தின் புவியியல்	ஏ. எஸ். நாராயணன்	8	50
*124.	தென்கிழக்கு ஆசியா	ஜி. கிருஷ்ணமூர்த்தி	8	50
*125.	வட அமெரிக்கா	குமாரி இரா. அலமேலு	8	25
*126.	தென் அமெரிக்கா	எம். என். பத்மநாபன்	9	00
*127.	தென் கண்டங்கள்—ஆஸ்திரேலியா	திருமதி எச். நியூமன்	4	00
*128.	,, —ஆஃப்ரிக்கா	எஸ். முத்துக்கிருஷ்ணக் கரையாளர்	3	25
*129.	புவிப்புறவியல்—II	நா. அனந்தபத்மநாபன்	6	00
*130.	செய்முறைப் புவியியல்	சு. ஜெயச்சந்திரன்	9	00
*131.	மக்கட்பரப்பியல்	வி. எஸ் அனந்தபத்மநாபன்	6	25
*132.	சமுத்திரவியல்	கோ. இராமசாமி	6	50
133.	காலநிலை இயல்—I	கொ. சேஷ நரசிம்மன்	10	00
134.	,, II	,,	5	00
*135.	காலநிலை இயல்	திருமதி இராதா	10	00
136.	வளியியலுக்கு ஓர் அறிமுகம்	கோ. இராமசாமி	11	00
*137.	புவி அமைப்பு இயல்	சி. விஸ்வநாதன்	4	75
138.	பௌதிகப் புவியியலும் புவியமைப்பியலும்	கோ. இராமசாமி	6	00
139.	சிஷோமின் வாணிகப் புவியியல்—I	எஸ். மாணிக்கம்	9	50
140.	,, II	எம். கார்த்திகேயன்	12	00
141.	,, III	சி. எஸ். நரசிம்மன்	5	75

*மூல நூல் (Original Book)

			ரூ.	பை.
புள்ளியியல்				
*142.	புள்ளியியல்—அறிமுகம்	சு. வைத்தியநாதன்	10	00
143.	புள்ளியியல் முறைகள்—I	கோ. சண்முகசுந்தரம்	10	00
144.	,, II	இராஜகோபாலன்	14	00
145	நம்மைச் சுற்றியுள்ள பேரண்டம்	தி வி. லட்சுமிநரசிம்மன்	6	50
உயர்கணிதம்				
*146.	ஆயத்தொலே வடிவகணிதம்	டி. கே. மாணிக்கவாசகம் பிள்ளே	12	50
*147.	வகை நுண்கணிதம்	,,	8	00
*148	தொகை நுண்கணிதம்	தி. கோவிந்தராசன்	9	00
விலங்கியல்				
*149.	விலங்கியல்	பெ. மா அண்ணுமலே, இரா. முருகேசன்	12	00
பௌதிகவியல்				
150.	ஒளி நூல்	ச. சம்பத்து	10	00
விஞ்ஞானம்				
*151.	வானவெளி வெற்றி	டாக்டர் எம். ஏ. தங்கராஜ்	6	00
*152.	ரேடியோ	டாக்டர் பி. திருஞானசம்பந்தம்	4	75
*153.	எக்ஸ்-கதிர்கள்	பெ. நா. அப்புசாமி, ஜே.பி. மாணிக்கம்	4	50
*154.	பாம்புகள்	பெ. மா. அண்ணுமலே	3	50
*155.	தாவரம்—வாழ்வும் வரலாறும்	டாக்டர் கு. சீனிவாசன்	8	00
*156.	கரும்பு	கு. பெரியசாமி	4	00
*157.	தாவரங்களின் வாழ்வியல்	எஸ். சுந்தரம்	6	50

மிருத்துவம்

*158.	நீரிழிவு—க்ஷயரோகம்	டாக்டர் ஜி. வேங்கடசாமி, டாக்டர் ஏ. கதிரேசன்	2 50
159.	மகப்பேறும் மாதர் நோயும்	டாக்டர் (குமாரி) மணிமேகலை	8 25
*160.	பாக்டீரியா	சு. சுந்தரம்	2 50
161	புற்றுநோய்	அ. கதிரேசன்	3 50
162.	உடலியங்கியல்—I	டாக்டர்கள் ஜி. வேங்கடசாமி, டி. சரோஜினி, எஸ் கே. துரைராஜ், ஆர். சேது	6 75
163.	,, II	,,	5 50
64.	என்புருக்கி நோய்	டாக்டர் அ. கதிரேசன்	7 25

பொறியியல்

165.	நீங்களே உங்கள் வீட்டைக் கட்டலாம்	கே. வி. கிருஷ்ணராஜ், சி. ஆர். சுப்பிரமணியம், ஆர். இராமசாமி, கே. வேணுகோபால்	8 50

கூட்டுறவு

166.	உலகக் கூட்டுறவு இயக்கம்	அ. வேல்மணி	5 50

சட்டம்

*167.	குற்றவியல் சட்டம்	எம். சண்முகசுப்பிரமணியம்	10 00

*மூல நூல் (Original Book)

பொது நூல்கள்

			ரூ.	பை.
168.	மகாத்மா காந்தி	சரஸ்வதி தங்கையன்	3	25
169.	விவசாயப் புரட்சி	வி. கார்த்திகேயன்	8	00
*170.	சேமக் கை-நூல்	ஆ. சுப்பிரமணியம்	2	50
*171.	முற்காலச் சோழர் கலையும் சிற்பமும்	எஸ். ஆர். பாலசுப்பிரமணியம்	9	00
*172.	உணவும் ஊட்டமும்	தி. வேங்கட கிருஷ்ணய்யங்கார்	4	50

புகு முக (P.U.C.) வகுப்புகளுக்குரியவை

			ரூ.	பை.
*173.	உலக வரலாறு	டி. ஆர். இராமச்சந்திரன்	4	00
*174.	பொருளாதாரம்	ஜி. சிதம்பரம்	2	75
*175.	வணிகவியலுக்கு ஓர் அறிமுகம் I	கு. ஆளுடைய பிள்ளை	2	50
*176.	,, II	,,	2	25
*177.	பௌதிகம்	டாக்டர் பி. திருஞானசம்பந்தம், ஆர். நாகராஜன்	7	50
*178.	புகுமுக பௌதிகம்	டாக்டர் எம். ஏ. தங்கராஜ்	5	75
*179.	புகுமுக வகுப்புக் கணிதம்—I	கே. ராஜகோபாலன்	7	00
*180.	,, II	,,	3	00
*181.	புகுமுக வகுப்புக் கணித நூல் – I	டி. கோவிந்தராஜன், முத்துசாமி	7	00
*182.	,, II	,,	4	50
*183.	கணிதம்—ஓர் அறிமுகம்—I	ஆர். மகாதேவன்	4	75
*184.	,, II	,	3	25
*185.	வேதியியல்	பி. டி. முனியப்பா, ஆர். முத்துலட்சுமி	7	00
*186.	புகுமுக வேதியியல்	சி. ஏ. பத்மநாபன்	5	50
*187.	விலங்கியல்	எஸ். ஆப்ரகாம்	4	00
*188	புகுமுக விலங்கியல்	பெ. மா. அண்ணமலை	7	25
*189.	புகுமுக வகுப்புத் தாவரவியல்	எஸ். சுந்தரம்	4	50

பட்டப்படிப்பிற்குரிய (B.Sc.) நூல்கள்

பௌதிகம் (Physics)

				ரூ.	பை
*190.	எந்திரவியல்—சிறப்புப்பாடம் (Book I)	...	ஆர். நாகராசன் ...	6	25
*191.	வெப்பவியல்—சிறப்புப்பாடம்	...	கே. நாச்சிமுத்து ...	5	25
*192.	செய்முறைபௌதிகம்-சிறப்புப்பாடம்(Book I)	...	டி. கமலக்கண்ணன், எஸ். கிருட்டிணசாமி ...	4	50
*193.	பௌதிகம்—துணைப்பாடம்- I (Book I)	...	பி. தங்கராஜன் ...	4	00
*194.	,, (Book II)	...	,, ...	3	00
*195.	செய்முறை பௌதிகம்—துணைப்பாடம்	...	கே. பாசுகரன், இரா. செயராம் ...	4	50
*196.	மின்னியல்-காந்தவியல் (Book I)	...	டி. ஏ. கருப்பண்ணன் ...	4	75
*197.	ஒளியியல்—சிறப்புப்பாடம்	...	டாக்டர் வி. சண்முகசுந்தரம், டாக்டர் ஆர். சபேசன் ...	7	75

வேதியியல் (Chemistry)

*198	செய்முறைக்கனிமவேதியியல்-சிறப்புப்பாடம்	...	டி. இராமலிங்கம் ...	2	25
*199	பௌதிக வேதியியல் (Book I)	...	டி. சக்திவேலு ...	4	00
*200.	கனிம வேதியியல்—துணைப்பாடம்	...	சி. ஏ. பத்மநாபன் ...	6	50
*201	கனிம வேதியியல் (Book I)	...	பி. டி. முனியப்பா ...	4	00
*202.	பொது பௌதிக வேதியியல்—துணைப்பாடம்	...	ஆர். துளசிதாஸ் ...	4	75

கணிதம் (Mathematics)

*203.	இயற்கணிதம்—சிறப்புப்பாடம் (Book I)	...	டி. கோவிந்தராஜன், கே. முத்துசாமி ...	4	25
*204.	தொகுமுறை வரைகணிதம்—சிறப்புப்பாடம்	...	ஆர். மகாதேவன் ...	2	00

*மூல நூல் (Original Book)

கணிதம்—(தொடர்ச்சி)

				ரூ.	பை.
*205.	எண்சார் கணிதம்—சிறப்புப்பாடம்	...	எம். எம். இராமசாமி	... 5	50
*206.	திரிகோண கணிதம்—சிறப்புப்பாடம்	...	வி. அரங்கநாதன்	... 3	25
*207.	கணிதம்—துணைப்பாடம்	...	ஆர். அனுமந்தராவ்	... 6	00
*208.	நிலையியல்—சிறப்புப்பாடம்	...	கே. இராஜகோபாலன்	... 5	00

புள்ளியியல் (Statistics)

*209.	புள்ளியியல்—துணைப்பாடம்	...	எஸ். கருப்பையா	... 3	50

விலங்கியல் (Zoology)

*210.	முதுகெலும்பற்றவை I—சிறப்புப்பாடம்	...	ஆர். முருகேசன்	... 11	50
*211.	,, II—சிறப்புப்பாடம்	...	திருமதி எஸ். கே. வள்ளி	... 11	25
*212.	முதுகுநாணுள்ளவை I—சிறப்புப்பாடம் (Book I)	...	திருமதி ராணி கந்தசுவாமி	... 8	00
*213.	,, (Book II)	...	,,	... 9	75
*214.	முதுகுத்தண்டுள்ளவை II—சிறப்புப்பாடம்	...	திருமதி கிருஷ்ணவேணி நாராயணன்	... 11	75
*215.	முதுகெலும்பற்றவை—துணைப்பாடம்	...	என். இராமலிங்கம்	... 9	00
*216.	முதுகுநாணுள்ளவை—துணைப்பாடம்	...	வி. சேது	... 10	00

தாவரவியல் (Botany)

*217.	தாவர வெளி உள்ளமைப்பியல்களும் வகைப்பாட்டியலும்—சிறப்புப்பாடம்	...	கே. ராஜசேகரன்	... 11	00
*218.	தாவரப் புற அமைப்பியல்	...	கே. பாலசந்திரகணேசன்	... 9	25
*219.	தாவர உள்ளமைப்பியல்	...	டாக்டர் ஏ. கோவிந்தராஜுலு	... 7	25

*மூல நூல் (Original Book)